DEBACQ LIBRARY

33511/A

42260

N. IX. K

ÉLÉMENTS POPULAIRES

DE

CHIMIE AGRICOLE.

Imprimerie de Cosson, rue du Four-Saint-Germain, 47.

ÉLÉMENTS POPULAIRES

DE

CHIMIE AGRICOLE

OU

RÉSUMÉ ÉLÉMENTAIRE

des connaissances chimiques, dans leur application à l'agriculture,

PARTICULIÈREMENT A L'ÉTUDE DES SOLS ET DES ENGRAIS ;

OUVRAGE DESTINÉ A TOUS CEUX QUI SE LIVRENT AUX EXPLOITATIONS AGRICOLES ;

PAR MM.

S.-D. LHERITIER, docteur en médecine, chevalier de l'ordre royal de la Légion-d'Honneur, membre de la Société des sciences naturelles, etc., etc. ;

ET

J.-N. ROUSSEL, docteur en médecine, médecin du bureau de bienfaisance, de la Société philanthropique, de la Société des gens de lettres, etc., etc.

PARIS,

LIBRAIRIE DE G. DE GONET,

RUE DES BEAUX-ARTS, 6.

1847.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

INTRODUCTION.

Dans ce traité, que nous avons rendu aussi élémentaire que possible, afin de le mettre à la portée de tous les agriculteurs, nous nous sommes surtout appliqués à donner une explication claire, familière, pour ainsi dire, des phénomènes chimiques qui se rattachent à la culture des végétaux, et dont l'ensemble constitue la *chimie agricole.* En réduisant notre ouvrage aux modestes proportions d'un manuel, nous avons cru nous rendre d'autant plus utiles, que, jusqu'à ce jour, les travaux de chimie végétale, malgré leur importance pratique, ne sont point encore descendus des régions élevées de la science. Non pas, toutefois, que certains agriculteurs éminemment instruits ne soient capables de comprendre ces travaux et d'en tirer parti ; mais de tels hommes sont si peu nombreux, et les traditions de la routine sont si puissantes, que leurs efforts doivent rester vains, tant que les applica-

tions de la chimie à l'agriculture n'auront pas été popularisées.

Les auteurs qui ont traité de l'agriculture sont peu nombreux, jusqu'à la fin du siècle dernier. Les écrits de Varron, de Columelle, de Palladius n'embrassent pas seulement les connaissances agricoles de leur temps, mais encore celles qui s'appliquent à des arts classés aujourd'hui parmi les sciences (médecine-vétérinaire) et devenus étrangers aux agriculteurs, à mesure qu'ils acquéraient plus d'importance. Après eux, vint le théâtre d'agriculture d'Olivier de Serres, ouvrage empreint de justesse et de naïveté; puis, on vit paraître la Maison rustique, le Dictionnaire de Rozier, etc., etc. Tous ces travaux comprennent la botanique et la médecine vétérinaire; quelques-uns même font des excursions dans le domaine de la médecine domestique.

Aujourd'hui, l'agriculture est renfermée dans des limites plus étroites; mais son importance scientifique n'en grandit pas moins. M. de Gasparin la définit : « La science qui recherche les moyens d'obte-
» nir les produits des végétaux, de la manière la
» plus parfaite et la plus économique. »

Envisagée ainsi, l'agriculture n'est plus, comme autrefois, livrée à la pratique erronée d'une certaine classe de travailleurs pauvres et ignorants; elle est regardée comme une science offrant un vaste champ

à l'exercice de la plus haute intelligence et lui ouvrant une carrière dans laquelle de précieuses découvertes peuvent être faites et appliquées avec succès. Déjà, les grands propriétaires s'occupent de la culture de leurs terres ; ils trouvent dans cette occupation une source d'observations nombreuses et variées, des problèmes à résoudre, des essais à tenter, enfin, tout ce qui tient l'esprit en exercice, développe sa sagacité, enrichit son expérience.

L'agriculture tend à la recherche des végétaux utiles à l'homme ; elle choisit les variétés les plus avantageuses ; elle étudie les moyens de se les procurer et d'en multiplier l'espèce. L'examen du terrain sur lequel ces végétaux croissent naturellement, les modifications qu'il convient d'apporter à la nature des sols, le choix des engrais, la nécessité des arrosages, et mille considérations tirées de l'action de la chaleur, de la lumière, du climat et de l'exposition, doivent préoccuper sans cesse tout agriculteur qui veut tirer de la terre les produits les plus profitables. Pour arriver à ce but, il faut l'observation qui crée l'expérience et la science qui l'explique et la développe.

Là commence la nécessité de faire pénétrer l'instruction dans les classes agricoles ; là commence à se faire sentir le besoin de mettre les connaissances chimiques à la portée des cultivateurs, afin qu'ils

conçoivent que leur application n'est point, comme on l'a cru longtemps, bornée à la médecine.

En effet, la chimie, sœur de la physique, est, comme elle, une science universelle ; par cela même qu'elle régit tous les corps, elle concerne chacun, et chacun doit étudier ses principes. Une plante est, pour elle, en dehors des lois vitales, un foyer de transformations, de compositions et de décompositions, un laboratoire de chimie vivante, un champ ouvert aux expérimentations les plus curieuses, une source de nouvelles observations et de nouvelles vérités. Il n'est pas une industrie qui ne profite de la lumière qu'elle répand ; par elle, des difficultés jugées insurmontables sont aplanies, des matières réputées inutiles sont employées ; par elle encore, d'anciens produits sont améliorés, de nouveaux sont obtenus, meilleurs et moins coûteux.

Toutes nos manufactures de verre, de porcelaine, de fers, etc., etc., sont là pour témoigner de ses bénéfices, et personne ne les met en doute ; que faut-il pour que la même influence bienfaisante s'étende sur l'agriculture, si ce n'est la vulgarisation des connaissances chimiques ? Peut-on, sans elles, étudier la cause et corriger les effets de certaines modifications du sol et de ses produits ? Sans elles encore peut-on apporter dans les exploitations rurales, autre chose qu'une routine se traînant tou-

jours du même pas, incapable de prévoir les pertes ou de les réparer, inhabile à conserver les avantages que le hasard a pu lui procurer.

Le cultivateur tient en ses mains les intérêts les plus importants de la société ; il n'est aucune circonstance agricole, aucune découverte, aucun procédé, qui ne puissent devenir pour lui l'objet de recherches intéressantes, et dont le résultat final ne soit toujours un accroissement des biens de la terre. Avec le concours de la chimie, l'agriculteur augmente ses produits et, par conséquent, son aisance ; le commerce y trouve un aliment de prospérité, la fortune publique se tranquillise et s'enrichit.

Chaque plante vit et se développe au moyen des aliments qu'elle puise dans le sol et dans l'air. Cet air et ce sol au milieu desquels elle est appelée à croître doivent donc lui offrir des matières alimentaires appropriées à ses exigences, à ses goûts, à ses besoins. La première et la plus simple de toutes les applications de la chimie à l'agriculture consiste, dès lors, à rechercher si le sol est suffisamment pourvu de ces matières, recherche indispensable pour décider de la nature de l'engrais, de sa quantité, de son degré de fermentation, et généralement pour faire subir au terrain les modifications qui rendent sa culture plus facile et ses produits plus satisfaisants.

Mais la chimie nous offre encore d'autres avan-

tages ; elle n'attend pas les résultats de l'expérimentation pour se prononcer sur l'importance et le prix d'une substance ; elle en détermine, de prime abord, les qualités et les applications ; elle étudie les matières de rebut auxquelles elle sait, parfois, donner une valeur considérable. S'attachant aux phénomènes de fermentation qui se passent dans la masse des fumiers, elle nous a fait comprendre quelles pertes immenses résultaient du retard apporté dans leur emploi ; analysant les divers corps qui servent aux amendements, et nous faisant connaître l'utilité de leur application à tels ou tels sols, elle nous a permis d'augmenter l'étendue des cultutures des céréales, et de réduire celles des graines inférieures. Il n'est pas jusqu'à la propriété que possèdent le sulfate de cuivre et la chaux de purifier la semence de ses impuretés et de faire disparaître le parasite qui la dévore, qui ne soit une découverte dont nous sommes redevables à la chimie.

Pendant le blocus continental, quand le sucre faillit nous manquer, et qu'on dut songer aux moyens de remédier à cette privation, chacun sait à qui s'adressa le grand génie de l'époque. La chimie découvrit d'abord le sucre de raisin ; puis elle nous apprit à extraire de la betterave une matière sucrée analogue au sucre de canne. Est-il besoin d'ajouter que cette découverte fut immense ? Après avoir donné

des résultats équivoques, la fabrication s'est perfectionnée à tel point que l'existence de nos colonies est en péril, et que les planteurs, ne pouvant plus compter sur le seul appui de la fiscalité pour la prospérité de leurs produits, doivent nécessairement aviser aux moyens d'en augmenter la richesse, en perfectionnant leurs procédés d'extraction.

A la même époque, les mêmes circonstances qui firent invoquer le concours de la chimie dans la production du sucre indigène, amenèrent encore une découverte : la fabrication du salpêtre au moyen des matières de rebut du fermier, découverte non moins utile que la précédente, puisqu'on put alors fabriquer la poudre qui nous manquait et fournir un puissant auxiliaire au courage de nos armées.

La préparation de la fécule est venue créer une industrie nouvelle, développer la culture de la pomme de terre, et multiplier les moyens d'alimentation des classes les plus élevées comme des classes les plus pauvres de la société.

Ce n'est que depuis peu que les savants se sont adonnés à l'agriculture, et que les agriculteurs se sont inspirés des connaissances chimiques. Les hommes étrangers aux sciences, qui ne veulent pour règle que la tradition routinière, qui ne cherchent nullement à s'éclairer, si ce n'est par la lecture des livres anciens où l'erreur et l'ignorance percent à chaque

page, ces hommes-là, disons-nous, comprendront difficilement les progrès dont l'agriculture est redevable à la science, depuis une trentaine d'années. Qu'ils consultent les travaux de M. de Saussure, de Humboldt et de Tournefort, ils verront le premier nous mettre sur la voie du perfectionnement de la nutrition des plantes, en nous conduisant au milieu d'une série d'expériences consciencieuses et précises; les deux autres, dans leurs études sur la botanique et l'histoire naturelle, nous font voyager avec eux dans les régions qu'affectionnent différentes plantes, et nous forcent ainsi à tenir compte des influences que le sol et le climat exercent sur la végétation. Qu'ils lisent les travaux de Fourcroy sur les fermentations, ceux de Thénard, de Davy, de Berzélius, sur les sols, sur les graines, et sur quelques points de physiologie; qu'ils parcourent les revues agricoles que M. Masson-Four (1) enrichit autrefois de ses écrits et de ses traductions, peut-être alors avoueront-ils que le progrès est dans ces livres et non dans la persévérance qu'ils mettent à se tenir éloignés du foyer des lumières.

A l'étranger, MM. Hill, Thompson, Schubler,

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Masson fils la communication de quelques manuscrits laissés par son père. Nous nous faisons un devoir et un plaisir de le remercier publiquement, parce que nous avons puisé dans ces manuscrits les documents les plus utiles.

Schræder, apportent à l'agriculture le tribut de leurs propres connaissances. La France promet de ne point rester en arrière; elle obéit à ce noble mouvement des esprits, et déjà nous la voyons s'avancer avec un éclat que soutiennent MM. Boussingault, Dumas, Payen, Kuhlmann, etc.; elle pourrait même revendiquer comme né dans son sein et comme fils d'un de ses maîtres, M. Liébig, aujourd'hui retourné dans sa mère-patrie pour la glorifier de ses œuvres et la faire participer à son illustration.

Toute la chimie agricole se résume dans les écrits des savants dont nous venons de parler; mais elle y est éparse; il fallait l'y chercher, et déduire de leurs travaux des conséquences pratiques sanctionnées par une expérimentation éclairée. M. de Gasparain n'a pas craint d'employer une partie de sa vie à ce travail; après avoir lu tout ce qu'on a écrit sur ces matières; après avoir pesé les théories, répété les analyses et pratiqué lui-même, il s'est attaché à faire passer dans un traité complet d'agriculture le résultat de ses études et de sa propre expérience. C'est le livre le plus complet que nous possédions sur ce sujet.

Expliquer simplement, autant que nos connaissances le permettent, comment les plantes se nourrissent; indiquer les sources où elles puisent leurs aliments: tel a été notre but. Nous aurions voulu échapper à tous les termes techniques; mais cela ne

nous a pas toujours été possible; nous en avons déduit la nécessité d'ajouter à notre travail une espèce de dictionnaire où sont expliqués les termes les plus embarrassants.

Nous avons cru nécessaire de faire précéder la partie chimique de notre ouvrage de quelques notions élémentaires de botanique et de physiologie végétale, notions destinées à familiariser nos lecteurs avec les organes et les fonctions des plantes. Puis, nous avons passé en revue les principaux agents physiques (gaz, chaleur, lumière, etc.), les sols, les matières alimentaires qu'ils contiennent naturellement, et celles qu'on y ajoute pour les fertiliser (engrais).

Nous réclamons pour notre livre l'indulgence des grands, l'attention des petits; c'est surtout pour ces derniers qu'il est écrit. Pouvons-nous espérer qu'ils ne regretteront pas les légers efforts qu'ils auront à faire pour surmonter les petites difficultés qu'ils pourraient y rencontrer?

Nous n'avons jamais eu la prétention de placer nos éléments de chimie agricole à côté des travaux importants que nous avons signalés. Répétons-le; nous n'avons eu qu'un but : mettre à la portée du plus grand nombre les principaux faits chimiques capables d'élucider certaines questions d'agriculture, et de conduire à des applications heureuses. Nous avons voulu concourir, par nos propres efforts, au mouve-

ment qui dirige les esprits vers les sciences agricoles, en cherchant à les populariser, alors que les physiciens et les chimistes les plus distingués manifestent une si grande tendance à les féconder, alors que la presse périodique en fait l'objet de sa sollicitude journalière, et que le haut patronage de M. le ministre de l'agriculture et du commerce encourage de si louables efforts.

ÉLÉMENTS POPULAIRES

DE

CHIMIE AGRICOLE.

CHAPITRE PREMIER.

STRUCTURE ET FONCTIONS DES DIFFÉRENTES PARTIES DES PLANTES.

Pour comprendre comment les végétaux se nourrissent et se développent, il est indispensable d'avoir quelques notions des organes que chaque plante possède et des fonctions que chacun de ces organes est appelé à remplir.

L'organe et sa fonction, ce que l'on appelle la physiologie végétale, deviennent donc la base du sujet que nous traitons. Il faut, en effet, les étudier, afin de comprendre les procédés à l'aide desquels les plantes puisent dans l'air et dans le sol les ali-

ments nécessaires à leur nutrition et à leur accroissement.

Nous passerons à l'étude de ces aliments quand nous aurons jeté un coup d'œil général sur les organes des plantes et sur leurs fonctions.

Il ne faut pas perdre de vue qu'un végétal, de même qu'un animal, ne saurait croître et arriver à un développement parfait, sans le concours de conditions indispensables. Ainsi, il faut à un animal un air pur et un aliment solide ou liquide, mais de nature variée; si l'une de ces conditions vient à manquer, l'animal meurt, alors même que l'autre se trouve en excès.

Le développement du végétal, sa maturité parfaite, tiennent aussi au concours et à l'action soutenue de conditions déterminées. L'étude de ces conditions particulières, l'habile application des divers engrais propres à favoriser le développement des organes des végétaux, l'emploi de certaines substances à l'aide desquelles on enlève au sol une action nuisible au développement de telle ou telle plante, voilà ce qui constitue la *chimie agricole,* dans son sens le plus étendu.

En général, on distingue dans une plante la racine, la tige, les feuilles et la fleur, organes tendant tous à un but commun : la reproduction de l'espèce au moyen du fruit. Une fois que celui-ci est arrivé à maturité, la plante-mère meurt ou s'engourdit pendant une saison, jusqu'à ce qu'une succession et un concours de circonstances analogues à celles qui lui

ont imprimé le premier mouvement vital viennent de nouveau mettre en action ses organes reproducteurs.

La racine d'une plante croît en sens inverse de la tige. Elle accomplit deux offices importants : le premier c'est de fixer la plante au sol, de la consolider où elle doit vivre; le second c'est de lui fournir une grande partie de la nourriture qui lui est propre.

Il est inutile de décrire ici les différentes formes que peuvent affecter les racines ; il nous suffit de savoir que pour toutes les plantes elles accomplissent la même fonction, celle d'absorber les éléments nutritifs contenus dans les substances environnantes, afin de les transmettre à la plante au moyen de canaux appropriés.

On peut et l'on doit s'étonner qu'une telle variété de formes ait été donnée à un organe destiné, dans tous les cas, à accomplir les mêmes fonctions. La cause de ces variétés de formes est inconnue. La Providence n'a point encore permis à l'homme d'apprécier le bénéfice de ces divers arrangements. Respectons donc les secrets qu'elle ne nous a pas permis de pénétrer.

Une racine se compose de plusieurs parties : le corps, le collet, les branches et les fibres qui paraissent indispensables à toutes les plantes. La partie la plus essentielle de chaque racine est le collet. Il est situé entre la tige ou les feuilles radicales et le corps de la racine. On peut retrancher presque tout le corps de la racine de plusieurs plantes de nature robuste; il

suffit que le collet soit respecté pour que la plante suive de même son développement; mais dans la généralité des plantes, pour peu que le collet soit affecté, quelle que puisse être l'intégrité du corps de la racine, la plante ordinairement périt.

Cette observation s'appliqne à toutes les herbes dont la vie est si tenace (le plantain et le chiendent commun) qu'on ne peut les détruire si l'on n'arrache la totalité de la racine.

Quand le collet d'une racine est mince, il se dessèche peu de temps après la maturité de la graine, et bientôt la plante meurt. Ces plantes sont appelées *annuelles* (le froment, l'orge, l'avoine, etc., etc.); mais si le collet, sous l'influence d'une cause quelconque (sol, climat, culture), acquiert de l'épaisseur, de la force, la plante alimentée par lui peut vivre deux ans (*bisannuelle*) ou plusieurs années, et alors elle est *perpétuelle*.

Les fibres, parties essentielles de chaque racine, peuvent cependant, dans quelques cas, être retranchées sans inconvénient, pourvu que le collet, vigoureux et bien portant, soit capable d'en fournir de nouvelles. Les spongioles, qui puisent dans le sol les sources de la vie (pabulum vitæ), sont placées à l'extrémité de ces fibres. Dans le cas où, par telle ou telle cause, ces spongioles sont enlevées, deux jets latéraux poussent immédiatement; aussi, pourvu que la plante puisse résister à cette diète temporaire, chaque jet étant pourvu de sa spongiole, la destruction d'une fibre devient favorable à l'accroissement de la plante.

C'est sur ce principe que reposait la fameuse culture de *Tull.* En labourant entre deux rangées de froment et en coupant ainsi l'extrémité des fibres, chaque spongiole détruite était remplacée par deux autres. Cette méthode donnait des bénéfices accessoires; mais l'avantage dont il est question ici, l'accroissement, était le principal.

La faculté qu'ont les plantes de s'accommoder aux circonstances au milieu desquelles elles se trouvent placées est merveilleusement démontrée par le fait suivant : quand elles sont dans un sol aride et sec, elles produisent un nombre de fibres et de spongioles infiniment plus considérable que dans un sol humide et fertile.

De même que les feuilles des arbres, les fibres produites annuellement dans quelques plantes tombent tout-à-fait (le dahlia). Dans d'autres, elles augmentent de volume, prennent du corps, comme la racine elle-même, et fournissent subséquemment de nouvelles fibres. C'est ce qui arrive pour la plus grande partie des arbres.

Outre la propriété qu'elles ont d'absorber la nourriture par les spongioles, les fibres ont encore celle de séparer, de rejeter de cette même nourriture ce qui peut être nuisible ou inutile à la plante. Cette dernière propriété est un obstacle constant à ce que les plantes de quelques espèces soient avantageusement cultivées dans le même sol pendant plusieurs années successives.

L'absence de lumière est essentielle, indispen-

sable, au développement des fibres des racines.

La tige est, dans la plante, la partie la moins importante. Elle joue, pour ainsi dire, un rôle tout-à-fait secondaire, tant ses fonctions sont subordonnées à celles que remplissent la racine et les feuilles.

La tige des plantes sort immédiatement du collet de la racine, et, par conséquent, sa place est toujours au-dessus de la terre. On observe à l'égard des tiges les variétés que nous avons notées par rapport aux racines. Les tiges du froment, de l'orge et des graminées, en général, s'élèvent à une certaine hauteur et se nomment *paille*. La tige des champignons, des fongus, est appelée *stipe;* celle du fraisier prend le nom de *stolon*.

Les tiges n'ont point pour unique fonction de charrier vers les différentes parties de la plante, au moyen de canaux particuliers, les liquides absorbés par les spongioles des racines; elles servent encore à laisser échapper par voie de transpiration, au moyen de légers pores dont elles sont munies à leur surface, l'excès d'humidité qu'elles peuvent contenir. Nous verrons plus loin que ces deux fonctions, comparées à celles des feuilles, sont de peu d'importance.

La tige est constituée, dans tous les cas, par un tissu cellulaire contenant de l'albumine, avec une grande proportion de matières terreuses et alcalines absorbées par les racines; de plus, elle participe du caractère de la plante elle-même dans son analyse intime. Aussi contient-t-elle fréquemment un dépôt de

matières résineuses et oléagineuses, produit fort différent de celui que fournissent les autres parties de la plante. La tige, placée dans des circonstances favorables, possède encore la propriété de fournir des fibres et des spongioles; l'on use de cette propriété toutes les fois qu'on veut multiplier à l'infini certains arbrisseaux (bouture).

Les feuilles des plantes sont le dernier objet de nos considérations; leurs fonctions importantes dans la nutrition méritent une investigation plus approfondie.

La nature, dans ses opérations, autant que nos connaissances nous permettent de l'apprécier, nous paraît douée d'une entière perfection. Elle a toujours un moyen suffisant pour atteindre un résultat donné. Ainsi les feuilles, en raison de leur nombre, de l'immense étendue de la surface qu'elles offrent à l'air, constituent la partie la plus essentielle du règne végétal, et l'on verra, par la description de leurs fonctions, qu'il n'y a rien d'exagéré dans l'importance que nous leur donnons.

Les feuilles accomplissent pour le règne végétal la même fonction que le poumon pour le règne animal. Par elles et au moyen des pores qui couvrent leur surface, la plante est douée d'une véritable respiration; de plus, et en même temps, elle s'assimile un des gaz de l'atmosphère, d'où elle tire une portion considérable de sa nourriture. Ajoutons à cela qu'une action chimique permanente se passe dans les feuilles pour la formation des résines, des huiles et des

matières acides qu'elles contiennent. Le travail des feuilles est incessant, depuis le moment où se développe la première d'entre elles, jusqu'à ce que la graine soit produite. Il ne cesse qu'après la maturité du fruit, époque où leur assistance devient inutile.

Il importe de remarquer que la lumière est indispensable à cette fonction des feuilles. Sous son influence, l'évaporation des parties aqueuses et la sécrétion des différents gaz s'opèrent parfaitement; tandis que, soustraite à l'action de cet agent, la plante languit et devient soumise à celle de l'oxygène atmosphérique.

En parlant des racines, nous avons vu l'obscurité devenir une condition indispensable à l'accomplissement de leurs fonctions; nous voyons ici que la lumière est seule capable de régulariser celles des feuilles, de la tige, et même des autres parties vertes des plantes. Il faut s'incliner devant une semblable perfection d'arrangement et admirer encore la toute-puissante intelligence de l'Être qui a créé les mondes et leur a donné la vie et le mouvement.

Nous n'avons plus qu'un mot à dire sur le fruit ou la graine. Il est le résultat final de la vie des plantes, et c'est pour arriver à sa formation que toutes leurs fonctions s'accomplissent.

Les graines présentent des variations de volume, de couleur, de forme, etc., etc., tellement infinies qu'il faut renoncer à donner un nom à ces différents états; mais toutes possèdent un arrangement parti-

culier destiné à la protection du germe. Il est important d'étudier ce mode d'arrangement et les changements que subit la graine dans ses progrès de germination.

Les graines sont formées d'une matière pulpeuse farineuse, renfermée de tous côtés dans deux ou trois membranes ou pellicules. Ces membranes protègent la graine contre quelques accidents et favorisent sa conservation. La matière pulpeuse contient, comme on le dit, le cœur, ou, pour parler plus correctement, le germe, l'embryon de la plante. Cette substance est l'aliment le plus propice au mouvement vital du germe naissant. Il est des graines protégées en outre par une enveloppe épaisse, extérieure ; cette remarque s'applique particulièrement aux graines de certains arbres (fruits à noyaux). Quelle que soit l'épaisseur ou la forme de ces enveloppes, elles ne paraissent nullement influer sur les changements que subit la graine pendant la germination ; mais nous devons le rappeler ici, cette membrane protrectrice est tellement efficace que des graines trouvées dans des momies appartenant aux pyramides d'Égypte, vieilles de plus de trois mille ans, ont végété dès l'instant où elles ont été placées dans des circonstances favorables. La même chose eut lieu pour des graines retirées des égouts, des mines ou d'autres excavations terrestres, quoique l'époque depuis laquelle elles y séjournaient fût au-dessus de tous calculs humains.

Les circonstances nécessaires à la germination sont

la chaleur, la lumière, l'air, l'humidité, le sol et sa situation, la force de gravitation et l'électricité. Parmi ces circonstances, il en est qui sont essentielles ; d'autres n'ont qu'une importance secondaire.

CHAPITRE II.

DE LA CHALEUR, DE LA LUMIÈRE, DE LA GRAVITATION, DE L'ÉLECTRICITÉ.

L'action de la chaleur sur la vie animale et végétale offre le plus grand intérêt au cultivateur ; sa connaissance rend intelligibles plusieurs procédés usités en agriculture, permet leur amélioration, et présente à l'esprit les moyens de nouvelles découvertes. Le cultivateur ne peut ignorer quels sont les effets de la chaleur sur les plantes, et combien est variable l'action d'un même degré de température sur différents sols, et aussi sur un même sol différemment exposé. Il doit savoir pour quelle raison certaines plantes ne s'accommodent que de quelques espèces de sols et languissent ailleurs, uniquement parce que la température est différente, malgré les efforts d'une culture bien dirigée. Citons un exemple : le sol où les fèves sont avantageusement cultivées indique, par cela même, qu'il est trop froid pour l'orge ; et celui où les navets viennent bien est beaucoup trop chaud pour la pousse luxuriante des fèves. Tels sols, nous le savons, sont trop exposés à certains vents ; d'autres

sont situés à des hauteurs trop considérables ; il en est enfin qui se trouvent dans des vallées trop basses pour se prêter à une culture qui réussirait mieux dans d'autres situations.

Nous essaierons d'expliquer l'action de la chaleur sur les terres en général ; nous examinerons les modifications que subit cette action sous l'influence de différentes circonstances, telles que l'inclinaison du sol, sa situation soit au-dessus, soit au-dessous du niveau de la mer, et toutes les autres causes perturbatrices d'un effet simple et constant.

Avant tout, il est nécessaire de rappeler à l'agriculteur que les plantes absorbent leur aliment à l'état liquide, et que la chaleur seule permet la fluidité des corps. En effet, sans la présence du calorique, l'eau et les autres fluides seraient à l'état solide ; la pluie, la rosée, la vapeur insensible de l'atmosphère, si essentielles à la végétation, n'existeraient pas; la sève des plantes deviendrait solide, et leur mort serait inévitable.

L'influence des saisons et de la position du soleil met en évidence les effets de la chaleur sur le mouvement vital des plantes. Ainsi, les racines absorbent du sol, à l'état fluide, les matières dont elles ont besoin pour le développement du végétal ; mais si ce sol est gelé, elles ne peuvent tirer de lui aucune nourriture. Les modifications chimiques que subit une plante, de même que l'ascension des fluides qui la parcourent, sont activées ou ralenties par une température plus ou moins élevée. Ce dernier fait peut

être démontré. Prenez deux verres semblables, versez dans l'un une quantité d'eau froide, dans l'autre la même quantité d'eau chaude. Disposez dans chacun de ces verres une tige de graminée de grosseur et de longueur égales, en prenant la précaution de les incliner légèrement. Le liquide montera dans les deux tiges fistuleuses par le fait de la capillarité; mais l'eau chaude sera plutôt déversée que l'eau froide.

La fermentation et la décomposition des substances végétales ou animales, et, par conséquent, la préparation de l'aliment des plantes, exigent un certain degré de chaleur. Une température appropriée active aussi le mouvement de la sève ; et comme l'évaporation est en raison directe de la température, il s'ensuit que les parties superflues de cette sève seront plutôt rejetées par le végétal. Si nous examinons les mêmes productions de la terre dans différentes circonstances et sous différents climats, nous reconnaissons que tous les faits relatifs aux habitudes et à la nourriture des plantes sont presque toujours en rapport avec la température qu'elles sont appelées à supporter, ou qui convient le mieux à leur complexion et à leurs goûts. Ainsi, une température élevée paraît produire sur les plantes une action analogue à celle qu'elle produit sur les animaux ; de telle sorte que les plantes finissent par devenir moins sensibles à son action continue, et, par cela même, moins influencées par elle. M. Knight a fait cette observation, depuis plusieurs années, avec tout le soin dont il est capable. « Si, dit-il, deux pieds de vigne

» ou deux pieds d'arbres d'habitudes semblables, » ou même si deux boutures d'un même arbre, ayant » passé plusieurs saisons sous des climats de nature » différente, sont transportées, l'une aux bords du » Rhin et l'autre au bord du Nil, chacune d'elles » contractera des habitudes conformes à l'influence » du nouveau climat sous lequel elle se trouve, et » si l'une et l'autre, quelques années après, au prin- » temps, sont transportées dans un climat tempéré, » analogue à celui de l'Italie, la plante qui s'était ha- » bituée au climat froid végétera promptement et » avec vigueur, tandis que l'autre n'offrira qu'une » végétation lente et engourdie. » La même chose arrive précisément dans nos serres où une plante, habituée à vivre à l'air extérieur, végète vigoureusement en décembre, tandis qu'une autre plante, de la même espèce, mais habituée à la température de la serre, y paraît frappée d'engourdissement et dans un état de mort apparente. De semblables causes produisent de semblables effets sur les plantes annuelles cultivées. En outre, ces plantes annuelles prennent rapidement l'habitude de mûrir vite sous des climats chauds. Aussi les cultivateurs, dans ces climats, ont-ils la faculté d'ensemencer la terre en toute saison, et les progrès vers la maturité sont d'autant plus rapides que la température est plus élevée.

Cependant il ne faut jamais oublier qu'une chaleur trop élevée, comme un froid excessif, s'oppose au développement de la graine. Une température de 120° F. ou de 32° F. constitue les extrêmes au-

dessus ou au-dessous desque ls végétation n'a pas lieu. Dans le premier cas, la chaleur amène une trop prompte expansion de la graine au moment où ses éléments se décomposent ; dans le second, la gelée ferme les pores de la graine à l'humidité si nécessaire à son développement.

Les fermiers écossais savent très bien qu'en semant, dans leurs contrées, de l'orge venu sur des terrains sablonneux et dans les régions les plus chaudes de l'Angleterre, cet orge mûrit plus vite que celui qu'ils récoltent de semences venues et mûries sur leurs froides collines, et qui, déjà, ont fourni plusieurs générations dans leur climat. Par notre propre expérience, nous savons que le blé cultivé dans quelques terres élevées et froides mûrit plus tôt quand il est le produit de semences tirées de pays chauds et de sols graveleux que quand il est le résultat de semences récoltées sur des terres de même espèce et situées dans le voisinage.

L'étude des effets de la chaleur a d'autres avantages considérables pour l'agriculteur. Entre autres faits intéressants, elle lui explique comment le dessèchement bien entendu d'un pays augmente la chaleur du sol, et comment les plantations d'arbres convenablement faites, en retardant l'évaporation rapide produite par le vent, empêchent l'arrivée subite du froid à laquelle certaines contrées sont exposées. Elle lui apprend comment un labourage profond ou une atténuation plus parfaite de la terre, en permettant l'accès plus libre de l'air atmosphérique, augmente

très sensiblement la température moyenne du sol, et comment, enfin, on atteint le même résultat en divisant les terres argileuses par des cendres, des sables ou d'autres matières poreuses.

C'est par de semblables moyens qu'on est parvenu à augmenter la température du sol de quelques parties nord de l'Irlande. « Plusieurs causes, dit Mor-» ton, altèrent et modifient la température des terres.» Il est constant que l'humidité du sol et de l'atmosphère, une grande étendue de pâturages, le voisinage des forêts, des landes, des marais, des lacs et des montagnes ont pour effet d'abaisser la température des terres, tandis qu'au contraire, un sol sec, siliceux, avec un sous-sol sablonneux, une culture bien entendue, tendent à augmenter cette même température. L'action de la chaleur sur les plantes que produit notre sol varie non-seulement selon les diverses espèces de plantes, mais encore selon la différence des climats où elles croissent et leur élévation au-dessus du niveau de la mer. « Une foule de plan-» tes, dit Mirbel, répandues à la surface du globe, ont » des besoins et, si je puis m'exprimer ainsi, des ha-» bitudes et des instincts particuliers. Quelques es-» pèces vivent sur les montagnes, d'autres dans les » vallées et les plaines; certaines aiment un sol argi-» leux, certaines autres un sol crayeux; quelques-» unes préfèrent un sol quartzeux, tandis que d'au-» tres ne poussent que là où le sol est imprégné de » sel commun. Il en est qui se plaisent dans l'eau, et » parmi celles-là nous devons distinguer encore celles

» qui habitent les marais, les lacs, les rivières et » l'Océan. Beaucoup aiment les climats les plus » chauds, d'autres recherchent les zones douces et » tempérées, d'autres ne se portent bien nulle part » qu'au milieu des glaces. Un grand nombre exige » de l'humidité, plusieurs veulent un air sec; mais » la majeure partie a de l'aversion pour les extrêmes » de sècheresse et d'humidité.

» Il est des plantes qui ne fleurissent que sous l'in- » fluence d'une lumière intense, tandis que d'au- » tres préfèrent une action plus faible de cet élé- » ment. »

Le résultat premier de cette variété des besoins des plantes, c'est qu'il y a végétation partout où une plante trouve la satisfaction de ses besoins, et que, par conséquent, presque toute la surface du globe est couverte de végétaux. Les excès de chaleur, de froid, de sècheresse, la privation totale d'air ou de lumière, sont les seuls obstacles à la végétation; encore trouve-t-on quelques espèces d'*agames* dans des cavernes où la lumière n'a jamais pénétré.

La végétation se modifie, change de nature, à mesure que la température naturelle d'une contrée décroît et que nous nous avançons vers les pôles. Ainsi, les espèces qui exigent un climat tempéré sont remplacées par d'autres espèces qui affectionnent le froid. Dans tous les pays du Nord, les forêts sont exclusivement formées de pins, de sapins, de bouleaux. Ce dernier est de tous les arbres celui qui résiste le plus longtemps aux rigueurs d'un climat froid; ce-

pendant on constate que plus on s'approche des pôles, plus il devient petit ; son tronc s'amincit, se rabougrit et ses branches sont noueuses, rachitiques, si l'on peut dire. Il cesse de croître vers le 70e degré de latitude, point où la culture du blé devient impossible. Alors, on n'a plus sous les yeux que des arbrisseaux, des buissons et des plantes herbacées ; le serpolet, le daphné, les saules rampants et les ronces couvrent les rocs. C'est dans ces froides régions que les baies du framboisier acquièrent leur saveur et leur parfum le plus délicieux. Si l'on continue de marcher dans la même direction, les arbrisseaux disparaissent à leur tour, on ne trouve plus que de petites herbes. Les feuilles partent principalement du collet de la racine ; du milieu s'élève une tige grêle, couronnée par quelques petites fleurs. Telles sont les *saxifrages*, les *androsaces*, les *aréties :* en marchant encore plus loin vers les pôles, les dernières traces de végétation ne sont plus que quelques lichens crustacés, des *byssus cotonneux* ou pulvérulents ; et encor ne se rencontrent-ils que par places sur les rochers ; plus loin encore on ne voit plus qu'un sol stérile, des rocs et des neiges éternelles.

Les causes principales de ces changements progressifs sont les suivantes :

1° L'excès de durée de l'hiver, conséquence de l'obliquité et de la disparition des rayons solaires ;

2° La sècheresse de l'air, conséquence de l'abaissement de la température ;

3° L'action prolongée de la lumière qui éclaire

l'horizon pendant toute la durée de la végétation.

La végétation, en s'élevant au-dessus du niveau de la mer, subit des modifications analogues à celles qui résultent de la progression vers les pôles. Il y a, toutefois, cette différence que, dans ce dernier cas, les transformations s'opèrent avec une gradation lente, presque imperceptible, tandis que, dans le premier, elles se montrent et se succèdent rapidement, brusquement même, à mesure que l'on s'élève sur les montagnes à des hauteurs plus grandes. A 4 ou 5000 mètres de hauteur, on trouve des changements aussi distincts que ceux que l'on rencontre vers les pôles, quoique plus de 2000 lieues les séparent de l'équateur. Dans la progression sur les hauteurs, comme dans la progression vers les pôles, nous retrouverons les mêmes causes et par conséquent les mêmes effets: la diminution de la chaleur, la sècheresse de l'air et le prolongement de la lumière. Plus nous nous élevons, plus la température s'abaisse; d'où le froid excessif qu'on ressent à de grandes hauteurs et les glaces que bientôt on y rencontre. La pression de l'air atmosphérique, qui au niveau de la mer fait équilibre à une colonne de mercure de 28 pouces, diminue à fur et mesure que l'on s'élève, de telle sorte qu'à une hauteur considérable elle ne fait plus équilibre qu'à une colonne beaucoup moindre. Les conséquences de ce fait sont une diminution de pression sur les corps et une évaporation plus rapide des fluides sur les hautes montagnes, à un moindre degré de température.

Ces variations de la végétation sur les montagnes n'ont pas échappé à Tournefort. Il a rencontré au pied du mont Ararat des plantes qui croissent en Arménie ; un peu plus haut, plusieurs de celles que l'on trouve sous le climat de la France et de l'Italie ; au-dessus, celles de la Suède, et, au sommet, la végétation de la Laponie. Des observations analogues ont été faites postérieurement sur le mont Caucase, les Alpes, les Pyrénées, sur d'autres montagnes de l'ancien continent et dans la Grande-Bretagne même, où les collines méritent cependant bien rarement le nom de montagnes. Linné avait résumé ces observations en un axiome : « Les diffé-» rentes espèces de plantes, avait-il dit, indiquent, » par le lieu où elles croissent, la hauteur perpen-» diculaire de la terre. »

La bruyère commune (*erica vulgaris*) couvre les plaines sablonneuses des côtes du nord de la France, et se rencontre également au sommet de quelques montagnes, à 3000 mètres environ d'élévation. L'*erica tetralix* en est un second exemple : elle croît aussi à 2400 mètres au-dessus du niveau de la mer. La *statice armeria* croît en Hollande sur des terres situées au-dessous de la mer, et on la trouve sur les Alpes à une hauteur de 2500 mètres. Le *tussilage* (*pas-d'âne*), le *pied-d'oiseau*, le *trèfle*, croissent au niveau de la mer, dans toute la France et sur plusieurs montagnes, vers 2400 mètres d'élévation. Le *nardus stricta* pousse dans les terres au niveau de la mer et se trouve également sur les points les plus

élevés des Cévennes, des Alpes et des Pyrénées. L'*antoxantum odoratum* et l'*ohleum pratense*, qui croissent au niveau de la mer, sont aussi rencontrés à une hauteur de 2000 mètres. Le *genévrier commun* se trouve dans les premières conditions et à une hauteur de 3000 mètres. Il en est de même de la *staphisaigre*, vulgairement appelée *herbe-aux-poux*, de l'*anthyllis vulgaire*, et aussi du *bellis perennis*, du *chrysantemum leucanthemum*, du *silene inflata*, qui exigent pour se développer une élévation de 2000 mètres.

Les plantes qui font l'objet de l'agriculture, aussi bien que celles dont il vient d'être question, sont régies, dominées par les mêmes lois. Telles, qui croissent sous toutes les latitudes, croissent aussi à toutes les élévations. Celles qui appartiennent à des latitudes déterminées se rencontrent à des hauteurs correspondantes. De Humbold nous apprend que la pomme de terre, qui réussit à merveille dans le nord de notre vieux continent, est cultivée avec un égal succès au Chili, à une hauteur de 3600 mètres. Le *choux* croît sur les bords de la mer et sur les Alpes, à la plus grande hauteur où l'homme puisse fixer son habitation. Le *blé*, aussi, est cultivé à des hauteurs extraordinaires. Le *seigle* réussit dans les départements des Hautes et des Basses-Alpes, à 2200 mètres, particulièrement au-dessus d'Atos en Provence. On le rencontre plus loin, au nord, et à des hauteurs plus considérables que le blé; mais il croît aussi à 1800 mètres au-dessus du niveau de la mer. S'il arrive

qu'à de semblables hauteurs, et déjà sorti de terre, il soit surpris par des neiges, il peut rester ainsi enfoui, sans végéter, pendant toute leur durée, et n'atteindre sa maturité que 18 mois après son ensemencement. L'orge, qui réussit dans les climats tempérés, réussit aussi sous les tropiques; mais, pour qu'il fructifie bien, il faut le semer à une hauteur de 3 à 4000 mètres.

Les plantes qui ne peuvent supporter le froid de certains climats ne se rencontrent pas non plus à des élévations où elles seraient soumises à une température correspondante, et où elles en ressentiraient des effets également nuisibles. Elles ne peuvent croître qu'à des hauteurs où il y a une concordance de chaleur avec celle du climat sous lequel elles se plaisent. En général, dans notre climat tempéré, on considère qu'un degré de latitude affecte la température moyenne à peu près dans la même proportion que 180 à 200 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer.

La végétation exerce une grande influence sur la température d'un pays. Celle des forêts a pour effet constant de refroidir l'atmosphère à un plus haut degré, même, que le degré de latitude. Quand la France et l'Allemagne étaient couvertes de bois, l'Europe était beaucoup plus froide qu'aujourd'hui; les hivers étaient plus longs, la Seine gelait tous les ans et la vigne ne pouvait être cultivée du côté de Grenoble.

Il est facile de se rendre compte de ce qui fait que les forêts abaissent ainsi la température. Elles con-

densent et retiennent les nuages qui viennent à passer sur leurs têtes; elles imprègnent l'atmosphère d'une masse d'eau sous forme de vapeurs. Les vents ne peuvent pénétrer dans leur profondeur et entraîner au loin l'humidité qui s'y rencontre; le soleil n'échauffe jamais la terre qu'elles recouvrent; et le sol, poreux, formé en partie de détritus de feuilles, de branches et d'arbres morts, recouvert, outre cela, d'une couche de mousse et de broussailles, est tenu constamment humide. Les excavations qui s'y rencontrent sont des espèces de glacières à eaux stagnantes. La pente de quelques terrains y donne lieu à de nombreux ruisseaux, ce qui fait que les contrées les plus boisées sont toujours arrosées par de larges rivières.

En agriculture, les résultats d'une bonne température ne doivent pas seulement s'appliquer au règne végétal, il faut encore en tirer parti pour les êtres vivants qui sont une source de la richesse du fermier. Il est bien certain que ces animaux profitent d'autant plus qu'on les garantit mieux du froid et de l'humidité.

De la lumière.

Personne n'ignore la grande influence que la lumière exerce sur le développement des plantes.

Une première action reconnue et acceptée par tout le monde, c'est la faible coloration des parties vertes des plantes, soit que ces plantes croissent dans l'ob-

scurité au fond des bois, soit qu'elles se développent sous la terre ou sous des pots renversés, c'est-à-dire hors de l'influence de la lumière. Tous les jardiniers tirent avantage de ce fait pour blanchir certains légumes, comme la chicorée, la laitue. Il leur suffit pour cela de réunir le sommet des feuilles extérieures par un lien, ils mettent ainsi le cœur de la plante à l'abri de la lumière. Mais c'est seulement depuis Priestley que d'autres effets chimiques de la lumière sur les plantes ont été mieux compris. Il est probable que l'influence de la lumière sur la plante, commence dès les premiers moments de sa vie, à l'époque de la germination. Ingenhouss, dit Thompson, a remarqué que, toutes circonstances égales, les graines germent toujours plus vite dans l'obscurité qu'à la lumière. Senebier a répété les expériences de Thompson et les a confirmées par ses propres résultats. Mais Bartholin, dont les travaux ont eu pour but de démontrer les effets de l'électricité sur la végétation, conteste les conclusions de ces philosophes, et prétend que la différence de temps réclamé pour la germination des graines résulte, non de l'influence de l'obscurité ou de la lumière, mais bien de la différence d'humidité dans les deux positions. L'humidité des graines s'évaporant plus vite à la lumière qu'à l'ombre, il affirme que si l'on prend des précautions pour les tenir également humides, celles qui se trouvent au soleil germent aussi rapidement que celles qui ont été semées à l'ombre. Senebier répéta ces expériences et, malgré tous les soins et toutes les précautions

qu'il prit pour maintenir les graines à une humidité égale, il vit constamment celles qu'il plaçait à l'ombre germer plus tôt que celles qu'il avait laissées sous l'influence de la lumière.

Nous pouvons conclure de ces faits que la lumière est nuisible à la germination et qu'on a raison de couvrir la graine avec la terre dans laquelle elle doit se développer. Les recherches de de Saussure nous permettent cependant de croire que la lumière n'est nuisible à la germination qu'en raison de la chaleur qui lui est ordinairement unie. Car, si l'on intercepte les rayons calorifiques du soleil, tout en laissant passer les rayons lumineux, la germination n'est pas sensiblement retardée.

Il a été clairement démontré et il est maintenant reconnu que les plantes, sous l'influence de la lumière, absorbent le gaz acide carbonique de l'air atmosphérique et dégagent de l'oxygène; tandis que, placées dans l'obscurité, ces mêmes plantes accomplissent des phénomènes opposés, c'est-à-dire que l'oxygène est absorbé et qu'elles dégagent le gaz acide carbonique. Cette dernière faculté est ainsi expliquée par Liebig :

« On peut affirmer qu'en l'absence de la lumière la décomposition de l'acide carbonique s'arrête, et qu'une action chimique s'établit alors, par suite de l'influence de l'oxygène de l'air sur les parties constituantes des feuilles, des fleurs et des fruits. Cette action n'a rien de commun avec la vie des plantes, car dans la plante morte elle se présente absolument sous

la même forme que dans la plante vivante. Si l'on connaît la composition des feuilles de différentes plantes, il est aisé de déterminer d'avance, d'une manière positive, lesquelles d'entre elles, pendant la vie, absorbent le plus d'oxygène dans l'obscurité. Ainsi, les feuilles et les parties vertes de toutes les plantes qui renferment des huiles essentielles, ou en général des principes volatils et aromatiques qui se résinifient par l'absorption de l'oxygène, absorberont plus d'oxygène que celles qui en sont exemptes. D'autres enfin, dans le suc desquelles se trouvent des matières tannantes ou des substances riches en azote, absorberont plus d'oxygène que celles qui sont privées de ces principes. Les observations de M. de Jussieu sont décisives à cet égard. Ainsi, tandis que l'*agave americana*, dont les feuilles sont charnues, sans odeur ni saveur, n'absorbe dans l'obscurité et en vingt-quatre heures que 0,3 de son volume d'oxygène, les feuilles des conifères, qui sont si riches en huile volatile, en absorbent le décuple. Celles du chêne, qui renferment beaucoup de tannin, absorbent quatorze fois autant d'oxygène ; enfin, les feuilles aromatiques du peuplier en absorbent vingt-une fois autant. »

L'opinion de ce savant sur les modifications chimiques que détermine dans les plantes l'absence ou la présence de la lumière est confirmée tout-à-fait par celle de Davy. Dans les changements que subit la composition des parties organisées des plantes, il est probable, dit-il, que les composés sucrés sont formés pendant l'absence de la lumière, et que la gomme, la

fibre ligneuse, les huiles et les résines le sont, au contraire, pendant sa présence.

Après avoir cité diverses expériences pour expliquer l'action de la végétation sur l'atmosphère, Davy ajoute : « Ces faits confirment l'opinion populaire que quand les feuilles et les parties vertes des végétaux accomplissent sainement leurs fonctions, elles tendent à modifier l'air atmosphérique, vicié par les changements de temps et par l'influence du jour et de la nuit. »

S'il est bien démontré, et ce l'est en effet, que l'air atmosphérique est purifié par les feuilles des végétaux, on peut concevoir qu'il devienne impur vers la fin de l'automne, pendant l'hiver et au commencement du printemps ; car, alors, l'oxygène doit diminuer et l'acide carbonique devenir en excès. Voici à cette objection une réponse satisfaisante : — L'air atmosphérique des différents pays, tenu dans une agitation continuelle, est constamment mêlé par les vents, dont la course, quand ils sont violents, est de 40 à 60 lieues à l'heure. Pendant notre hiver, l'air nous arrive poussé par le sud-ouest, se purifie en passant sur les forêts et les vastes savannes de l'Amérique, et, traversant l'Océan, il vient régénérer celui de nos climats. Les orages et les tempêtes qui nous sont généralement amenés des mêmes points du globe et qui éclatent au commencement, quelquefois au milieu de l'hiver, exercent encore une salutaire influence. L'équilibre des parties constituantes de l'air atmosphérique ainsi con-

servé permet l'accomplissement régulier des lois de la vie végétale; et ce que des esprits superstitieux rapportent à la colère du ciel est le résultat de l'intelligence divine venant à notre secours et rétablissant l'harmonie du système vital des mondes.

L'étude de l'action de la lumière sur les plantes naissantes est d'un grand intérêt pour le cultivateur. Que l'on suppose une seule branche d'un arbre bien exposée à la lumière et toutes les autres s'en trouvant privées par une cause quelconque : cette branche prendra un surcroît de développement, tandis que les autres branches auront une végétation moins luxuriante.

Les tiges des pommes de terre, comme celles des autres plantes, tendent à se développer perpendiculairement tant qu'elles poussent cachées sous le sol; mais, aussitôt qu'elles sortent de terre, l'action de la lumière vient dominer cette première disposition. Chacune s'incline de manière à recevoir le plus de lumière possible et se détourne de tous ses efforts pour échapper à l'ombre produite par les plantes voisines. Ainsi, si la gravitation tend à donner à la plante une direction perpendiculaire, la lumière tend de son côté à placer les feuilles perpendiculairement à ses rayons, afin qu'elles en reçoivent davantage, ce qui fait que la puissance du premier de ces agents décroît à mesure que l'autre vient à exercer la sienne, et réciproquement.

Gravitation. L'effet de la gravitation, ou attraction, sur les plantes, est de la plus haute impor-

tance à l'égard de leur germination et de leur accroissement. Les observateurs les moins attentifs ont pu remarquer que, dans quelque position qu'une graine soit placée au moment de sa germination, sa radicule fait effort pour descendre au centre de la terre et sa plumule prend une direction tout-à-fait opposée. Duhamel a prouvé que cette loi ne souffrait aucune exception, malgré tous les changements de direction imprimés tout exprès à la graine, au début de sa germination. Ces effets opposés, les naturalistes les rapportent à la gravitation, et ils expliquent cette action en sens inverse par la différente organisation de la radicule et de la plumule.

Humidité. L'humidité est absolument nécessaire à la graine plantée. Sa première action est d'imprégner la matière pulpeuse des enveloppes, de les ramollir et de faciliter ainsi une solution de continuité qui permette à l'air d'agir concurremment avec elle. Sous cette double influence, il y a production d'amidon, de sucre, de résine, qui servent à la première alimentation de la plante jusqu'à ce que ses organes soient suffisamment développés pour qu'elle puisse tirer de la terre la nourriture dont elle a besoin.

Air. L'air, par l'oxygène qu'il contient, est un des agents essentiels à la germination des graines. Il est probable que celles qui sont demeurées enfouies à des profondeurs considérables, sans lever, ne sont ainsi restées qu'en raison de ce que l'air ne pouvait pénétrer jusqu'à elles et seconder de son influence le

concours des autres circonstances favorables au milieu desquelles elles se trouvaient placées.

Électricité. Le rôle que joue l'électricité dans la végétation nous est peu connu ; à cet égard, on n'en est encore qu'aux hypothèses. On présume, par exemple, que cet agent sollicite la germination des plantes et donne à leurs fonctions une impulsion salutaire. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'influence de cet agent doit être grande ; mais nos connaissances ne nous permettent ni d'apprécier son action, ni de juger quand et comment elle s'exerce.

Sols. Les sols ont sur la végétation l'action la plus importante ; leur étude sera le sujet du chapitre suivant.

CHAPITRE III.

DES SOLS.

Sol est le nom général appliqué à la surface de toutes les terres : il consiste en une matière fine, pulvérulente, formée par l'action mécanique et chimique de l'air, de l'eau, de la chaleur et du froid sur les roches primitives, mêlée avec un détritus de matières végétales, en proportions variables.

Les terres qu'on rencontre le plus communément dans les sols propres à la culture sont : la silice, l'alumine, la chaux et la magnésie, mais leurs proportions varient suivant la nature des sols; aussi est-ce la substance prédominante qui détermine le nom vulgaire du sol. Les sols calcaires, par exemple, sont ceux où la chaux est en excès par rapport aux autres terres; les sols argileux se reconnaissent à la présence de l'alumine toujours alliée à quelques sels ferrugineux-magnésiens; les sols siliceux sont sablonneux et composés de graviers plus ou moins fins.

En dehors de ces divers sols, il existe encore des sols tourbeux qui ne contiennent pour ainsi dire pas

de sels terreux et qui ne sont formés que de détritus végétaux plus ou moins décomposés.

Le fait qui nous frappe au premier aspect, par rapport au rôle que joue le sol à l'égard des végétaux, c'est qu'il leur sert de support. Outre cela, il fournit à l'organisme de la plante les terres dont il est composé, c'est-à-dire de la silice, de la chaux et de la magnésie. Les cendres obtenues par la combustion des végétaux, soumises à l'analyse chimique, ont mis ce fait hors de doute, et, ce qui doit être également hors de doute, c'est que ces matières terreuses ne peuvent provenir que du sol au milieu duquel les plantes se sont développées. Les philosophes anciens étaient arrivés à la même conclusion sans le secours de la chimie, mais ils admettaient ce fait sans distinguer les terres entre elles.

L'eau est le véhicule à la faveur duquel les différentes combinaisons salines que ces terres forment avec les acides sont présentées aux racines qui les pompent, les absorbent pour en faire des parties constitutives des plantes.

Les plantes ne peuvent naître dans un sol composé seulement du mélange de ces terres ; car ce qui fait la fertilité d'un sol c'est la réunion de ces terres à des matières organiques plus ou moins décomposées ou facilement décomposables.

Nous avons dit que les sols se formaient par l'action mécanique et chimique de l'air, de l'eau, de la chaleur sur les roches primitives ; c'est ici le cas d'expliquer cette formation. Prenons, par exemple, une

roche de granit pur. Cette pierre est composée de trois substances : le quartz, le felspath et le mica ; le quartz est la terre siliceuse sous forme cristalline ; le felspath et le mica sont des minéraux très composés dans chacun desquels on trouve de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer. Le felspath contient en outre des sels de chaux et de potasse, et le mica des sels de chaux magnésiens. En voici l'analyse exacte :

Felspath commun.		Mica commun.	
Silice.	62,83	Silice.	47,00
Alumine.	17,02	Alumine	20,00
Chaux.	3,00	Oxyde de fer. .	15,55
Oxyde de fer. .	1,00	Magnésie. . . .	1,70
Potasse.	13,00	Potasse.	14,55
Perte.	3,15	Perte.	1,20
	100,00		100,00

L'air atmosphérique, par l'acide carbonique et l'eau qu'il contient, le tout à l'aide du temps, agit sur la chaux, la potasse et le fer qui, dans ces roches, est à son minimum d'oxydation. Le felspath, par l'alumine qu'il renferme, forme le ciment de la roche, se délite et se délaie en une espèce d'argile fine ; le mica, partiellement décomposé, se mêle avec elle comme un sable, et le quartz non décomposé apparaît à l'état de graviers plus ou moins ténus. Ainsi se forment les premières couches superficielles de terre sur les roches ; bientôt ces couches reçoivent les graines pulvérulentes de lichens et de mousses, rudiments végétaux imparfaits, flottant toujours

dans l'air. Cette poudre y végète et bientôt y meurt. La décomposition de ces plantes forme une certaine quantité de matières organiques qui restent sur place et se mélangent avec les terres de la roche. Ce sol perfectionné ouvre son sein à une végétation plus parfaite. Celle-ci, après avoir vécu de l'eau, de l'air atmosphérique et de quelques aliments terreux, subit les lois de la destruction et vient encore servir à l'amélioration du sol, en même temps que la roche se délite un peu plus rapidement. Enfin, par cette marche d'une imperceptible lenteur, mais incessante et successive, un sol est créé, la racine peut s'y implanter et le laboureur peut y porter sa charrue. La décomposition des roches granitiques ne donne communément lieu qu'à un sol pauvre et affamé. Pendant des siècles il n'y croît qu'une légère couche de végétaux.

Mais, que les mêmes influences de l'air, de l'eau, de la chaleur et du froid s'étudient sur les roches calcaires, sur la craie, les basaltes, bientôt ces roches se trouveront convertes de graminées capables de fournir déjà un bon lit de végétation à diverses espèces de céréales cultivées.

Quand des générations successives de végétaux se sont ainsi développées sur un sol, sans être enlevées par la main des hommes et sans avoir servi à la nourriture des animaux, le détritus résultant de leur décomposition finit par constituer une couche de terre végétale qui se rapproche beaucoup de la nature de la tourbe.

Les naturalistes anciens regardaient le feu comme le principe actif de l'univers, la source de la vie animale et végétale, le commencement de la revivification éternelle. Ils considéraient, au contraire, la terre comme le principe de fixité, de durée et de solidité. Ces grossiers aperçus ne manquaient pas de sagacité; les recherches analytiques des alchimistes sur les végétaux les confirmèrent et les propagèrent encore. Ces savants du temps passé n'avaient à leur disposition qu'un moyen d'analyse, la distillation. Traités par elle, les végétaux, quels qu'ils soient, donnaient toujours, en apparence du moins, les mêmes résultats. D'abord, de l'eau s'échappait en vapeur : c'était l'eau des plantes ; puis venait une autre vapeur, ignorée alors, mais qu'aujourd'hui nous savons être de l'acide carbonique et différents carbures d'hydrogène. Au bout de tout cela, il ne restait au fond de la cornue qu'une matière terreuse mêlée à différents sels.

On avait donc admis depuis longtemps que les matières terreuses étaient l'aliment principal et constitutif des plantes. En effet, ces matières s'y rencontrent en différentes proportions et en différentes combinaisons. On trouve la chaux alliée le plus souvent aux acides carbonique, sulfurique et acétique, formant ainsi des carbonates, sulfates et acétates de chaux ; la silice s'y rencontre généralement en proportion assez considérable ; quant à la magnésie et à l'alumine, on n'en constate le plus ordinairement que de petites quantités.

La connaissance de la quantité totale de matière terreuse contenue dans les végétaux est de première importance pour le cultivateur. Voici quelques résultats appliqués à certains végétaux :

		Parties.
100 parties de chêne contiennent en terres		1,030
—	de sapin.	0,003
—	de hêtre.	0,053
—	blé de Turquie.	7,010
—	tournesol	3,720
—	vigne.	2,850
—	buis.	2,674
—	saule.	2,515
—	orme.	1,960
—	tremble.	1,146
—	fougère.	3,221
—	absinthe.	2,444
—	fumeterre.	14,000

M. Schrœder a fait l'analyse de diverses graines de céréales, telles que le froment, le seigle, l'orge, l'avoine et la paille de seigle. D'un kilogramme de chaque, il a retiré des produits suivants les quantités énoncées dans ce tableau :

	Froment.	Seigle.	Orge.	Avoine.	Paille de seigle.
Silice.	0,0068	0,0082	0,0360	0,0800	0,0840
Carbonate de chaux. .	0,0067	0,0070	0,0140	0,0180	0,0250
Id. de magnésie. . . .	0,0070	0,0073	0,0140	0,0180	0,0150
Alumine.	0,0006	0,0010	0,0025	0,0024	0,0015
Oxyde de magnésie. .	0,0028	0,0017	0,0045	0,0037	0,0036
Id. de fer.	0,0012	0,0009	0,0017	0,0020	0,0012
	0,0251	0,0261	0,0727	0,1241	0,1303

La silice abonde dans tous les végétaux et particulièrement dans les graminées. Les analyses en font foi. Elle existe en telle quantité dans l'*equisetum* (la *prêle*), que son épiderme offre une surface rugueuse, dont les tourneurs tirent grand profit pour polir le bois, les os, et même le cuivre. Elle forme une partie si considérable des cendres de la paille du froment, que si l'on soumet ces cendres à l'action du chalumeau, il y a production d'un verre opaque au moyen de la potasse qui s'y rencontre. Davy l'a trouvée en quantité fort abondante dans l'épiderme et dans l'écorce extérieure de différentes plantes dont il a fait l'analyse.

100 parties de l'épiderme du bambou en contenaient		74,00
	du roseau commun	48,01
	des tiges de froment	6,05

Dans les nodosités du bambou on trouve une substance qui, analysée par Fourcroy et Vauquelin, leur a donné, sur 100 parties, 70 parties de silice et 30 parties de potasse. Il est évident que cette matière terreuse n'a pu venir que du sol.

D'après de Saussure, les cendres des feuilles de chêne récoltées en mai contiennent 3 pour cent de silice, tandis que les cendres des mêmes feuilles récoltées en septembre en contiennent 14. Les cendres du bois de chêne en ont fourni 2 pour cent; celles du *peuplier* 3,3; celles du *noisetier* 20, 5; celles du *cornouiller* 0,12; celles du *pois* 0,5; celles de la paille de

froment 61,5; celles des *graines* 0,25; celles de la *paille d'orge* 57; des *graines* 35,5; enfin les cendres de l'*avoine* en ont donné 60 pour cent.

La chaux se rencontre plus généralement encore que la silice dans les végétaux. Thompson ne cite qu'une seule plante dans laquelle il n'en ait pas trouvé, c'est le *salsola soda* (Varech). La chaux existe en combinaison avec certains acides, et forme ainsi de la chaux carbonatée, sulfatée, des acétates et des oxalates. De Saussure a reconnu par l'analyse que les cendres du bois de chêne contenaient 32 pour cent de chaux; celles du noisetier lui en ont fourni 8; celles du mûrier 56; la paille du froment n'en a donné que 1 pour cent, tandis que les graines n'en ont pas donné du tout. Les cendres du bois de cornouiller en ont fourni 25 pour cent; celles des tiges de pois murs 14; celles de la paille d'orge 12, celles de la farine ou du son de la graine, nulle trace; celles de l'avoine, aucune; mais celles des feuilles d'un sapin poussé sur un sol calcaire en ont donné 45 pour 100.

L'alumine, nous l'avons dit, se trouve dans presque tous les végétaux, mais en quantité beaucoup moindre que la silice et la chaux.

Il faut en dire autant de la magnésie. M. Schrœder n'a trouvé dans un kilogr. de froment que 3 centigrammes d'alumine; dans le seigle, 7 centigrammes; dans l'orge, 21 centigrammes; dans l'avoine, 22 centigrammes; dans la paille de seigle, 16 centigrammes, toujours pour un kilogr. de substance.

Dans 475 grammes d'absinthe il a constaté environ 25 centigrammes d'alumine.

Cette terre existe nécessairement dans tous les sols fertiles ; bien qu'elle ne se trouve qu'en minime proportion dans les végétaux, on n'en peut pas conclure cependant qu'elle ne soit pas utile à leur bonne constitution et à leur bonne santé.

De Saussure ayant analysé les cendres de deux sapins (*pinus abies*) venus, l'un sur un sol granitique, l'autre sur un sol calcaire, constata qu'elles contenaient, à peu près, la même quantité d'alumine (le 1er 16 et le 2e 15 pour 0/0), quoique ces sols différassent évidemment sous le rapport de la proportion d'alumine qui entrait dans leur constitution ; car 100 parties de chacun de ces sols ont donné :

Sol granitique.		Sol calcaire.	
Silice.	75,25	Carbonate de chaux	98,000
Alumine.	13,25	Alumine.	00,625
Chaux.	1,74	Oxyde de fer. . . .	00,625
Fer et manganèse. .	9,00	Pétrole.	00,025
	99,24		99,275

Nous avons cherché à montrer par ces nombreux exemples combien les proportions de matières terreuses variaient suivant les végétaux, et même suivant les différentes parties de ces végétaux et le moment où on les récoltait. Nous avons également indiqué dans quelles proportions les différentes terres constituaient les différents sols ; nous devons ajouter

que ces proportions ne sont et ne peuvent constamment être les mêmes, et qu'on rencontre à cet égard de nombreuses variations, dont il serait facile de citer des exemples; mais cela se conçoit si bien qu'il semble inutile d'insister davantage.

Ce serait une erreur de croire qu'en faisant artificiellement un mélange de silice, de chaux et d'alumine, en proportions semblables à celles dont la réunion constitue un sol fertile, on puisse arriver à former un sol propre à la naissance et au développement des plantes. Tous les essais, à ce sujet, ont échoué, lorsque ce sol artificiel a été arrosé avec de l'eau pure; mais on a obtenu un résultat satisfaisant en arrosant ces terres avec de l'eau tenant en dissolution des matières putréfiées, véritable engrais liquide. M. Giobert a fait cette double expérience, et s'il n'a rien obtenu du sol artificiel au moyen de l'eau pure, il a réussi à faire pousser une bonne végétation au moyen de l'eau de fumier. Lampadius, expérimentant de la même manière, est arrivé aux mêmes résultats.

La matière soluble des sols constitue leur partie fertilisante; c'est ce dont il est toujours facile de s'assurer. Que l'on prenne le meilleur terreau, qu'on le soumette à un lavage à l'eau pure, jusqu'à ce que toute partie soluble soit entraînée, l'on n'aura plus alors qu'un résidu solide frappé de stérilité.

La quantité d'humidité que retient un sol, ou les terres qui le composent, est pour beaucoup dans sa fertilité; et cette quantité varie suivant la nature des

sols ou leur composition chimique. Schuller a consigné dans une table le résultat de ses expériences à cet égard. Le laboureur a le plus grand intérêt à les connaître, car elles lui expliqueront pourquoi certaines plantes, qui réclament plus d'humidité que d'autres, se plaisent mieux dans tels sols que dans d'autres.

Ces expériences peuvent être facilement répétées ; elles ont été exécutées sur 33 centimètres cubes de terre, étendue en couches de 3 centimètres de hauteur. Dans l'espace de quatre jours, chacune de ces terres exposée à l'air dans des conditions identiques, avait perdu en humidité :

	Grammes.
Sable calcaire.	8,100
Terrain léger des jardins.	7,850
Gypse.	7,500
Sol tourbeux très léger.	7,300
Marne ardoisée.	7,250
Sol arable.	7,250
Magnésie fine.	7,150
Sol tourbeux, noir, moins léger.	7,100
Argile (alumine) fine blanche.	6,750
Argile fine grise.	6,750

Le laboureur y verra également la différence remarquable qui existe entre le poids de la terre sèche et celui de la terre humide ; ce résultat a aussi son importance quant au charriage des terres.

Espèces de terre.	Pesanteur spécifique.	Poids de 33 centimètres cubes de terre	
		sèche.	humide.
		k	k.
Sable calcaire.	2,722	56,680	70,590
Sable siliceux.	2,653	55,590	68,030
Poudre de gypse.	2,331	45,527	63,618
Argile sableuse.	2,601	48,750	64,710
Loam ou argile alumineuse.	2,581	44,150	62,030
Argile poisseuse ou terre à briques. .	2,560	40,090	59,680
Argile grise pure.	2,553	37,560	57,750
Terre de pipe.	2,440	23,780	51,030
Craie (carbonate de chaux).	2,468	23,715	51,650
Terreau des jardins.	2,332	34,215	51,215
Sol arable.	2,401	42,150	59,530
Marne ardoisée.	2,631	66,000	70,100

La différence de volume qui existe entre le sol humide et le sol complètement desséché est une question importante pour le cultivateur, puisqu'elle donne la mesure de sa contraction, contraction si évidente à la surface des terrains argileux. Schuller présente encore le tableau de ces différences, prises sur 1000 parties de terre.

Sable siliceux..	Nul changement.
Terre calcaire.	Idem.
Chaux fine (carbonatée), craie, avait perdu	50 parties.
Argile sableuse.	60
Loam ou argile grasse.	89
Terre à briques.	114
Argile pure, grise.	183
Carbonate de magnésie..	154
Terreau des jardins.	149
Marne ardoisée.	35

Ainsi les sols argileux sont ceux qui éprouvent la plus grande contraction et dont le retrait est le plus sensible ; les sols sableux sont, au contraire, ceux qui éprouvent le moins de changement.

Tous les sols n'ont pas la propriété d'absorber, avec une égale puissance, la vapeur d'eau contenue dans l'air atmosphérique. Cette propriété est d'autant plus importante à étudier que les bons sols sont ceux qui la possèdent au plus haut degré. Il est donc de la plus grande nécessité de savoir à quoi tiennent ces facultés absorbantes du sol, pour pouvoir les communiquer, autant que possible, à ceux qui en jouissent le moins et augmenter ainsi leur fertilité.

Plus le sol est divisé, mieux il absorbe les vapeurs aqueuses de l'atmosphère. C'est là que se trouve encore la vérité des préceptes de *Tull* qui nous engage à défoncer, par la charrue, le sol et le sous-sol, afin de le rendre plus perméable à l'air.

Les sols qui absorbent le plus d'humidité et qui peuvent, par conséquent, en transmettre aux plantes une plus grande quantité, sont les sols argileux, dans lesquels la présence naturelle d'une certaine quantité de sable, de craie et de quelques matières végéto-animales, les maintient dans un état de division avantageuse et leur permet ainsi l'accès facile des gaz et des vapeurs. Le cultivateur doit tendre à ramener à une friabilité convenable les sols argileux trop tenaces ; il réussit en y mélangeant des quantités appropriées de craie, de sable et de matières végéto-animales. La craie, sans augmenter la téna-

cité du sol, développe considérablement ses propriétés absorbantes ; à l'aide du sable léger, on détruit la compacité et l'on facilite la division de la terre.

Il est facile d'apprécier expérimentalement la faculté absorbante d'un sol.

Le tableau suivant, tiré des expériences de Schuller, montre combien 61 grammes de terre peuvent absorber de vapeurs humides pendant un temps donné. Les résultats en sont conformes aux travaux de Davy sur le même sujet.

Espèces de terres.	61 grammes de terre sur une surface de 133 centimètres carrés.			
Pendant	12 heur	24 heur.	36 heur.	72 heur.
Sable siliceux.	9,00	9,00	9,00	9,00
Sable calcaire.	0,10	2,15	0,15	0,15
Poudre de gypse.	0,05	0,05	0,05	0,05
Argile sableuse.	1,15	1,40	1,50	0,50
Loam ou argile grasse. . . .	1,35	1,60	1,80	1,85
Terre à brique.	1,60	2,00	2,20	2,25
Argile pure grise.	2,05	2,30	2,60	2,65
Chaux fine (carbonate). . . .	1,40	1,65	1,85	1,85
Terreau des jardins.	1,85	2,45	2,70	2,80
Sol arable.	0,80	1,20	1,25	1,25
Marne à ardoises.	1,30	1,55	1,70	1,75
Magnésie fine (carbonate). . .	3,75	4,20	4,40	4,50

Les sols cultivés ont encore la propriété d'absorber les gaz de l'atmosphère et ceux qui se dégagent des matières en putréfaction. Cette propriété, importante dans ses conséquences, avait été longtemps mise en

doute; mais, depuis, elle a été démontrée par des expériences exactes et reconnue par tous les savants. M. de Humboldt avait annoncé que les terres possédaient cette faculté d'absorber les gaz; M. Schuller s'est assuré que la mesure d'absorption avait lieu selon la table suivante :

	61 grammes absorbent, à l'état de siccité	61 grammes à l'état humide absorbent en 30 jours de 40 centimètres cubes d'air atmosphérique contenant 21 p. 100 d'oxygène.
		grammes.
Sable siliceux.	0—	0,005
Sable calcaire.	0—	0,020
Poudre de gypse..	0—	0,009
Argile sableuse.	0—	0,030
Loam ou argile grasse.	0—	0,036
Terre à brique.	0—	0,040
Argile grise pure.	0—	0,050
Chaux fine (carbonate).	0—	0,030
Magnésie fine (carbonate). . . .	0—	0,054
Terreau des jardins.	0—	0,055
Sol arable.	0—	0,051
Marne à ardoise.	0—	0,035

Le pouvoir que possèdent les terres et les plantes d'absorber la vapeur d'eau et l'air atmosphérique est un fait capital en agriculture et que l'on ne saurait trop étudier et mettre en relief. Les cultivateurs, s'en pénétrant parfaitement, comprendront alors le rapport qui existe entre cette puissance d'absorption et le défoncement, et la pulvérisation du sol.

L'avantage du libre accès de l'oxygène dans un

sol est maintenant un fait sans conteste. On a vu qu'une plante arrosée avec de l'eau oxygénée se développait plus rapidement et acquérait plus de vigueur. La supériorité de l'eau de pluie employée pour arrosement tient aussi à ce qu'elle est légèrement oxygénée. M. Hil a constaté qu'en faisant arriver du gaz oxygène sur des racines de jacinthes, de melon, de maïs, il obtenait une plus belle floraison chez les premières, un parfum plus suave chez le second et une semence plus lourde, plus volumineuse chez le troisième, et généralement une vigueur supérieure chez tous. Un sol étant donné, il faut le mettre dans les conditions les meilleures pour qu'il absorbe la plus grande quantité possible de vapeur d'eau et d'air atmosphérique; ce qu'on obtient en le défonçant profondément et en le pulvérisant avec autant de finesse que les instruments aratoires le permettent.

Nous avons dit que le libre accès de l'air dans un sol en augmentait la température. Les terres sont naturellement de mauvais conducteurs de la chaleur : Davy a prouvé combien un sol noir, léger, s'échauffait plus facilement qu'un sol crayeux, lorsqu'on exposait la même quantité de chacun de ces sols aux rayons du soleil. La température du premier s'élevait, en une heure, de 65 à 88° F., tandis que celle du second n'arrivait qu'à 69° F. Il ne faudrait pas prendre cette expérience dans un sens absolu; car il est certain qu'un sol noir, absorbant directement les rayons du soleil, s'échauffera beaucoup plus vite

qu'un sol crayeux, de couleur blanche, qui réfléchit ces mêmes rayons.

L'air, par sa pénétration au sein de la terre, devient encore une autre source de fertilité; il provoque la décomposition des matières excrétées par les plantes ou des autres matières organiques contenues dans le sol.

La pratique des plus habiles cultivateurs est conforme aux vues chimiques que nous avons exposées. Ainsi, les agriculteurs anglais tirent aujourd'hui un très grand avantage de l'usage où ils sont de remuer les terres entre les rayons des champs de navets. Ce moyen n'est si bienfaisant que parce qu'il facilite l'accès de l'air vers les racines, surtout lorsque le sol est infecté de mauvaises herbes. La mise en jachère, en défonçant et pulvérisant le sol, conduit aux mêmes résultats. Les fermiers savent aussi, par expérience traditionnelle, que quand la surface d'un sol très cultivé est épuisée et stérile, on peut le rendre productif en l'abandonnant à l'action de l'atmosphère, après l'avoir convenablement disposé.

De ces considérations, tirées de la science et de la pratique, le chimiste et le cultivateur déduisent plusieurs conclusions nouvelles et importantes à l'égard des améliorations des terres. Elles nous expliquent les avantages de la mise en jachère des sols, et nous font comprendre comment la division des terres argileuses, à l'aide d'un mélange convenable de craie et de sable, développe leur fertilité.

Un sol qui n'a pas encore été mis en culture est ca-

pable de fournir une végétation luxuriante, pendant plusieurs saisons successives, sans aucun besoin d'engrais. Cela tient à ce qu'il est saturé de matières alcalines, de phosphates et d'autres ingrédients nécessaires à l'accroissement des plantes, et que cette saturation peut suffire à plusieurs générations de végétaux. Mais, par le fait de la culture et de l'ensemencement répété, le sol s'appauvrit graduellement, et à moins que ses propriétés alcalines, épuisées par les plantes, ne lui soient restituées au moyen d'engrais appropriés, bientôt il ne rendra plus qu'une récolte grêle et peu abondante. Quand un tel épuisement est survenu, si on met le sol en jachère, il arrive que, par l'action continuelle de l'air, etc., etc., la roche primitive se décompose plus profondément et produit de nouveau des sels qui, répandus dans la totalité du sol, lui rendent la fertilité qu'il avait perdue.

Les plantes que l'on peut cultiver sur un terrain épuisé, et que l'on appelle vulgairement *fausses récoltes*, sont les fèves, les pois, le sarrasin, etc., etc. Les cendres de ces végétaux, soumises à l'analyse chimique, contiennent à peine des traces de sels alcalins ou de phosphates. Après ces plantes, mais en seconde ligne, viennent les navets, les choux, les bettes, les pommes de terre, qui absorbent une certaine quantité de matières alcalines, mais cependant fort minime, si on la compare à celle qu'exigent l'avoine, l'orge et le froment, récoltes blanches, capables d'épuiser un sol en une saison.

Il est encore une autre cause importante qui fait

qu'on ne peut cultiver sur le même sol, pendant plusieurs années de suite, les mêmes plantes ou des plantes qui exigent pour se développer les mêmes substances alimentaires; car, outre l'épuisement du sol, il y a encore ce que l'on pourrait appeler son empoisonnement. Un mot sur ce sujet.

Il résulte des expériences de Decandolle et de Liebig que la racine d'une plante rejette un excrément pendant sa vie ; que cet excrément est particulier à chacune d'elles ; que sa présence dans le sol est un obstacle à ce que la plante qui l'a fourni puisse y fructifier de nouveau, tandis qu'elle est une source de nourriture pour toute autre plante.

Il ne peut donc pas exister de doute sur la nécessité de la rotation des récoltes. Mais quant au temps qu'il faut laisser écouler avant de confier à la terre des semences de même espèce, cela dépend de la nature et des caractères du sol lui-même.

Si la terre est légère et poreuse, cette matière excrémentitielle est attaquée par l'action décomposante de l'air et de l'humidité réunis, de manière à disparaître dans le cours d'une ou de deux saisons; mais si, au contraire, la terre est grasse, plastique et tenace, quatre, cinq et même dix saisons pourront s'écouler avant de permettre le retour de la récolte primitive.

Une objection contre le fait et la théorie des matières excrémentitielles, c'est que certaines récoltes, entre autres la luzerne, croissent avec succès sur le même champ pendant une série de plusieurs années.

Un examen réfléchi de ces récoltes dissipera bientôt cette objection et démontrera que la luzerne, comme les autres plantes, subit la loi générale de rotation. Supposons un champ de luzerne sur lequel on n'aura appliqué aucune espèce d'engrais, on verra qu'après quelques années le champ perdra de sa fertilité. Les plantes deviendront moins luxuriantes et moins abondantes; puis, après cet état de souffrance, elles tendront à reparaître avec leur vigueur première. Il est facile de se rendre compte des causes occasionnelles de ces transformations successives. La quantité d'excrément rejetée pendant la première année augmente l'année suivante et finit par imprégner tellement le sol que la plante peut à peine y trouver quelque nourriture. Alors la luzerne s'affaiblit, mais alors aussi elle ne donne à la terre qu'une moindre quantité d'excrément. Quand les choses en sont là, l'air et l'humidité attaquent cette matière, mettent une année ou deux à la décomposer, la transforment en une espèce d'engrais qui, ranimant le sol et servant de stimulus à la plante, lui donne l'apparence d'une vie nouvelle par le surcroît de carbone qu'il lui fournit.

On active la décomposition de cette matière excrémentitielle, non-seulement en retournant le sol, mais encore en y mélangeant une petite quantité de chaux vive.

Ainsi, la rotation des récoltes est nécessaire pour deux raisons : la première, c'est que chaque plante enlève au sol, qu'elle épuise, les matières qui l'ali-

mentent ; l'autre, qu'elle laisse dans le sol même un excrément qui agit comme poison l'année suivante sur les plantes de la même espèce, mais qui est capable de servir de nourriture à une autre plante.

Les agriculteurs anglais usent avec avantage de la rotation alternative du froment et des fèves. On pourrait citer des champs où cette rotation est pratiquée depuis plus de 50 ans. La théorie confirme leur sage pratique.

Le froment absorbe les phosphates et les sels alcalins contenus naturellement dans le sol, et y dépose l'excrément que toutes les plantes rejettent de leurs racines. Les fèves, l'année suivante, s'alimentent d'un excès de carbone fourni par cet excrément, sans enlever aucune partie de phosphate et de sels alcalins. Pendant la rotation des fèves, il se produit une nouvelle quantité de sels qui, avec l'action des engrais, permet, l'année suivante, de retirer du sol une abondante récolte en blé.

En dehors de l'étude chimique des terres, le cultivateur doit se laisser guider par l'examen superficiel et tout vulgaire du sol. Si les plantes qui y croissent naturellement ont une végétation luxuriante et une floraison de bonne qualité, nous devons conclure que celui que nous examinons leur convient. Les meilleurs sols répandent une odeur fraîche et agréable quand ils sont nouvellement bêchés ; ils n'adhèrent pas beaucoup aux doigts lorsqu'on les manie ; mais ils ont quelquefois une nature onc-

tueuse qui se reconnaît facilement en les pétrissant entre le pouce et l'index : ils ne retiennent pas l'eau trop fortement.

On reconnaît vulgairement la terre argileuse pure à ses qualités adhésives, à sa ténacité et à sa compacité ; le loam, ou terre argileuse franche, à ce qu'elle est plus sèche et plus friable que la précédente, à ce qu'elle se laboure plus facilement, reçoit et transmet plus librement l'humidité, est moins exposée à se durcir par la sècheresse, ou à se geler pendant les temps froids. C'est une bonne terre, fort recherchée, produisant peu de mauvaises herbes et exigeant alors de moindres frais de culture.

La richesse du sol calcaire dépend de sa profondeur et de son mélange avec des matières végétales et animales réduites en terreau. Si ces matières sont imparfaitement décomposées et en quantité minime, le sol est pauvre et il ne donne que de maigres récoltes; si le contraire a lieu, le sol est riche et il en fournit d'abondantes. Ce terrain est peu endommagé par les pluies; mais la sècheresse le durcit tellement, qu'il ne peut être labouré qu'après avoir été humecté.

Les sols sableux sont peu adhérents, peu liés; ils se cultivent facilement et conservent mieux leur façon que les sols lourds et serrés. Les plantes à racines bulbeuses et tuberculeuses (ognons, pommes de terre, carottes, etc., etc.) s'y plaisent généralement. En raison de leur extrême division et de leur

porosité, les terres sablonneuses sont facilement pénétrées par la chaleur; mais, en revanche, elles se refroidissent et se dessèchent avec la même facilité. Les grandes pluies d'orage laissent souvent à nu les racines, enfoncent la semence ou la déplacent de manière à empêcher sa germination et à diminuer ainsi l'abondance des récoltes.

Les sols tourbeux retiennent toujours, en raison de leur nature aqueuse, une humidité excessive qui les rend stériles et de peu de valeur.

La terre végétale stimule fortement la végétation des plantes, parce qu'elle est formée de débris de végétaux plus ou moins décomposés, et que ces débris sont riches en carbone et en sels.

Comme nous avons cherché à le démontrer, l'étude des sols conduit à une foule de considérations plus ou moins importantes à connaître. Il y a aussi beaucoup d'intérêt à étudier la nature et les caractères des sous-sols; il est utile de savoir s'ils sont crayeux, graveleux, alumineux ou rocheux. L'agriculteur doit tenir compte de la couleur d'un sol, parce que sa couleur blanche ou brune explique la propriété qu'il a de réfléchir ou d'absorber les rayons du soleil. Il faut aussi qu'il sache que l'exposition d'un sol au sud ou au nord influe sur le choix des récoltes à lui confier et sur l'époque où il faut le préparer. Il ne doit pas ignorer non plus que le voisinage des eaux et leurs qualités exercent sur les terres une influence aussi remarquable que sur les animaux.

CHAPITRE IV.

DES GAZ.

L'acide carbonique, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote sont les gaz principaux dont il nous importe de connaître l'action sur les végétaux.

Ces gaz se combinent entre eux et s'unissent chimiquement avec les matières terreuses, telles que la potasse, la soude, la chaux, le phosphore et la magnésie ; ils constituent ainsi la substance de tous les végétaux.

Pour arriver à connaître comment se forme cette substance végétale, nous devons étudier séparément le caractère de chacun de ces gaz, remonter aux sources d'où ils émanent, considérer les différents états sous lesquels ils existent dans la nature, et constater les diverses actions qu'ils exercent sur les corps.

Avant d'entrer dans cette étude spéciale, il est bon de faire observer que ces différents gaz, l'hydrogène excepté, ne sont autres que ceux qui constituent l'air atmosphérique ; et comme la plus grande partie des végétaux sont entièrement formés par la combinai-

son de ces gaz, il faut en induire que les plantes trouvent au milieu de cet air atmosphérique la principale source de leur alimentation. Plusieurs fois, déjà, nous avons constaté l'action de l'air atmosphérique sur la végétation; mais l'influence dont il est ici question est de la plus haute importance et doit avoir été connue dès les premiers temps de l'agriculture. Nombre de circonstances rendent cette vérité trop palpable pour qu'elle ait échappé à l'observation du cultivateur le plus ignorant et le plus inexpérimenté.

La végétation luxuriante des bords d'un champ, celle des arbres de haute futaie placés à l'extérieur d'un bois, prouvent naturellement que les végétaux qui croissent sur les lisières retirent de leur situation quelques avantages dont ne peuvent jouir les végétaux plus abrités. Ce quelque chose est l'affluence plus facile, plus abondante de l'air atmosphérique.

Telle paraît avoir été l'observation raisonnée des premiers cultivateurs italiens. C'est du moins ce que l'on doit conclure de leurs efforts à faciliter l'accès libre de l'air au milieu de leurs moissons, soit en déchirant périodiquement le sol, soit en tenant compte des habitudes naturelles des plantes au moment de leur transplantation. Caton, le plus ancien des écrivains agricoles dont nous possédions les écrits, enseigne aux Romains que la meilleure méthode de cultiver la vigne et l'olivier, pour en obtenir de bons produits, est de remuer la terre autour d'eux, une fois par mois, jusqu'à l'âge de trois ans; il ajoute

que ces mêmes soins peuvent s'appliquer à tous les arbres avec le même succès.

Les premiers philosophes grecs furent conduits à reconnaître l'avantage de l'air sur la végétation par les remarques qu'ils durent faire sur quelques plantes orientales qui tirent uniquement leur nourriture de l'air atmosphérique. On peut citer le *flos aeris*, d'autres plantes parasites et quelques mousses de nos contrées, dont la situation indique qu'il n'y a pour elles d'autre source de nourriture que l'air et l'humidité.

Jusqu'au milieu du dernier siècle, l'air fut regardé comme un corps simple, comme un des quatre éléments. C'est aux travaux de Priestley et aux recherches de la chimie pneumatique que nous devons de savoir qu'il est formé de 21 parties de gaz oxygène, de 70 parties de gaz azote et de quelques parties d'acide carbonique. Les recherches du même auteur nous ont également appris que l'acide carbonique joue le principal rôle dans la vivification des plantes : c'est aussi par lui, comme le plus important, que nous allons commencer l'étude des gaz.

De l'acide carbonique et du carbone.

Le gaz acide carbonique est composé de 27,27 parties de carbone, et de 72,73 parties de gaz oxygène. Il est invisible et d'une saveur aigrelette, piquante, qu'on retrouve dans l'eau de Seltz. Tous les animaux qu'on plonge dans ce gaz y meurent à l'instant,

non point à cause des propriétés toxiques qu'il possède, mais parce qu'il est impropre à la respiration. Il existe constamment dans les vieilles eaux, dans les tonnes de bière, etc., etc. On peut le produire à volonté en faisant agir du vinaigre fort ou de l'acide sulfurique étendu d'eau sur du marbre en morceaux (carbonate de chaux).

Le carbone est l'un des composés de l'acide carbonique. Ce carbone doit attirer principalement notre attention. Il constitue la base principale des végétaux et on peut se convaincre de la part importante qu'il prend dans l'économie végétale par l'analyse des deux substances qui y sont le plus répandues : le sucre et la fécule.

Le sucre est formé de carbone.	43 parties.
Eau	57
	100
La fécule est formée de carbone	38
Eau.	62
	100

Nous ajouterons que la fibre ligneuse contient 38 p. 100 de carbone; la luzerne 44 p. 100. Les huiles végétales, entre autres celles d'olives et de lin, en renferment 77 p. 100.

Le carbone est donc bien l'aliment principal et le plus nécessaire à la vie des végétaux. Il existe dans la nature sous trois ou quatre états différents; uni à l'oxygène, nous l'avons dit, il est partie constituante

de l'air atmosphérique, c'est l'acide carbonique ; on le rencontre dans tous les sols formés d'une base et d'acide carbonique (les carbonates). Il existe comme charbon, c'est alors du carbone pur, avec quelques parties terreuses ; puis, enfin, il y a le diamant qui est du carbone tout-à-fait pur, cristallisé.

Il n'entre pas dans notre plan de démontrer que des corps aussi dissemblables que le carbone à l'état gazeux, à l'état de charbon et à celui de diamant, sont un seul et même corps ; mais, sans sortir des limites que nous nous sommes tracées, nous demanderons à nos lecteurs pourquoi telle ou telle cause ne modifierait pas aussi l'état du carbone, quand nous voyons l'eau se présenter à nos yeux sous trois états différents, la glace, l'eau, la vapeur d'eau, par le seul fait de divers changements survenus dans la température.

Les physiologistes ont jusqu'ici rapporté la fertilité de chaque sol à la présence d'une substance appelée *humus*. Cette substance, qu'ils regardent comme la source de l'aliment des plantes, est, par elles, extraite du sol ; elle n'est autre chose que le produit de la décomposition d'autres plantes. On lui a donné plusieurs noms : *humus*, *acide humique*, *tourbe*, etc., suivant les caractères particuliers à chaque variété. L'opinion que cet humus fournit aux plantes le carbone qui les alimente est tellement répandue et prédominante, qu'elle paraît n'avoir besoin d'aucun argument en sa faveur.

La différence remarquable qu'on observe dans l'ac-

croissement des plantes, suivant que le sol contient une plus ou moins grande quantité de cette substance, paraît fournir une preuve incontestable de l'action bienfaisante qu'elle exerce sur la nutrition. Cependant, disons-le, cette proposition n'est ni vraie ni soutenable, et bientôt, invoquant des faits concluants, nous démontrerons que l'humus par lui-même n'entre pour rien dans la constitution d'une plante et n'y apporte pas la moindre nourriture.

Nous savons déjà que les racines, seul appareil par lequel l'humus ou l'acide humique puisse s'introduire dans les végétaux, n'absorbent que les aliments qui leur sont présentés sous forme liquide. Or, si nous prouvons que cet humus est insoluble dans l'eau, il faudra bien convenir qu'il ne jouit pas dans la forme supposée de la propriété qui lui a été attribuée jusqu'ici, et qu'il est indispensable de chercher ailleurs la source de la nourriture des plantes.

Springel s'est assuré que l'acide humique n'est soluble que dans 2500 fois son poids d'eau ; encore met-il des conditions à ce faible degré de solubilité. Ainsi, selon lui, il faut que l'eau agisse sur l'humus aussitôt sa formation, autrement cet humus tend à former des composés tout aussi peu solubles que lui-même, en s'unissant à de la potasse, de la chaux et de la magnésie. De plus, on s'est assuré expérimentalement que cet humus, s'il se dessèche à l'air ou s'il a été soumis à une température au-dessous de 32 F., devient et reste complètement insoluble en toutes circonstances.

Ces faits, qui peuvent servir à démontrer que l'humus ou acide humique n'entre point dans la composition des plantes, n'ont pas été ignorés des physiologistes, mais ils ont supposé que, dans certaines conditions, les terres alcalines, en agissant sur l'humus, devaient aider à sa solubilité et, dès lors, rendre possible son assimilation. Cette supposition a été renversée par les recherches postérieures de *Springel*. En effet, en supposant même que l'humus, à son état de composé le plus soluble (humate de chaux), soit absorbé par les plantes, le produit en récoltes d'un champ donné excède tellement la quantité d'humate de chaux qui y existe ou qui s'y forme sous l'influence des causes les plus favorables, qu'il faut chercher aux plantes une autre source de nutrition.

Il est un autre argument qui tend encore à prouver que l'humus ne peut servir à la nutrition des plantes. C'est que cet humus étant le résultat de la décomposition des végétaux, on se demande d'où les premières plantes ont tiré leur nourriture.

Nous avons dit que la luzerne contient 44 pour 100 de carbone. Le produit d'un are de luzerne, pouvant être évalué à 101,592 kilog., doit renfermer 45,000 kilog. à peu près de carbone. Un are de blé, fournissant environ un total de 1,000 kilog., représente à peu près 300 kilog. de carbone, non compris ce qui est contenu dans les tiges et les racines. L'analyse a également appris que la fibre ligneuse renferme 38 pour 100 de carbone, et nous savons que,

tous les ans et pendant toute la série d'années nécessaires à leur entier accroissemennt, les arbres continuent d'assimiler une quantité considérable de carbone. On doit se demander alors où les végétaux puisent tout le carbone qui les constitue, et où tous les arbres s'approvisionnent de cette substance? Si, pour la luzerne et le blé, on suppose que la source en est dans l'engrais employé au fumage, on ne peut raisonnablement admettre qu'il en soit ainsi pour les arbres et les foins des prairies; car le sol sur lequel croissent ces deux natures de végétaux ne reçoit jamais de fumier, et cependant la quantité de carbone qu'ils absorbent est également très grande.

Hâtons-nous de dire qu'il ne faudrait pas profiter de ces arguments pour nier le bénéfice de l'emploi des engrais. Nous étudierons plus loin leur mode d'action. Dans ce moment ce qu'il nous importe de connaître, c'est la source du carbone nécessaire au développement des végétaux, et cette source, nous pouvons affirmer qu'elle ne peut être dans les engrais employés et qu'il n'y aurait pas en eux de quoi rendre compte de l'immense quantité de carbone existant dans les végétaux et leurs produits. Le professeur *J.-F. Johnston,* dans ses *Lectures sur l'agriculture chimique,* a démontré que l'on ne pouvait trouver dans le sol la source du carbone des plantes; c'est peut-être l'expérience la plus récente et la plus pratique. Il constata 5 pour 100 de carbone dans la terre végétale d'un champ avant son ensemencement. Après la récolte, une nouvelle analyse lui offrit les mêmes résultats.

La plante, outre la quantité de carbone contenue dans la semence-mère, a donc dû tirer, non du sol, mais de toute autre source, le carbone nécessaire à son développement; où le chercher, si ce n'est dans l'air atmosphérique?

L'air atmosphérique, à la vérité, ne contient qu'une minime quantité d'acide carbonique, et, quelle que soit son immensité, on a peine à comprendre qu'il y ait en lui la source de tout le carbone nécessaire aux végétaux. Mais si l'on réfléchit à ce qui se produit d'acide carbonique par la combustion et surtout par la respiration, on est surpris qu'on ait cherché ailleurs la cause de la carbonisation des plantes, phénomène d'autant plus digne de notre admiration qu'il a pour but de débarrasser l'air, au profit de ces mêmes plantes, des éléments nuisibles qu'il contient.

Pendant le premier acte de la respiration, une certaine quantité d'air s'introduit dans les poumons; là, une partie de l'oxygène est absorbée par le sang; une autre partie s'unit à du carbone, pendant le trajet que ce sang parcourt pour revenir au cœur et au poumon, où elle est exhalée à l'état de gaz acide carbonique, gaz impropre à la respiration.

Or, on a calculé qu'un homme consomme chaque jour, pour l'acte naturel de la respiration, 45,000 pouces cubes de gaz oxygène, que cent millions d'hommes consomment en une année $\frac{1}{1000}$ de tout l'oxygène qui existe dans l'atmosphère; dès lors, on aurait pu prévoir le moment où l'oxygène, cet élément nécessaire à la vie, aurait manqué tout-à-fait,

s'il n'existait pas quelque puissance capable de remédier à cette consommation et de la réparer.

Cette puissance existe dans les végétaux. Ils absorbent le gaz acide carbonique produit, s'assimilent le carbone, et rejettent à l'état de pureté cet oxygène qui va servir à entretenir la vie animale, reconstituer de l'acide carbonique, et passer ainsi éternellement de l'état de pureté à l'état d'acide carbonique, suivant qu'il doit servir à l'alimentation des animaux ou des végétaux.

Dans le calcul que nous venons de présenter, nous n'avons tenu compte que de la quantité de gaz produite par les hommes; nous pourrions cependant ajouter la somme infiniment plus grande émise par les animaux et résultant de la combustion. Mais ce que nous avons dit nous semble suffisant pour le but que nous nous sommes proposé. Il nous reste seulement à prouver que la purification de telles effluves est opérée par les plantes, en raison de la faculté qu'elles ont d'absorber, dans l'air, le carbone essentiel à leur nutrition.

Cette propriété particulière aux végétaux a été reconnue par *Priestley* et bientôt après sanctionnée par d'autres chimistes. Facile à démontrer, elle est l'attribut des feuilles et des parties vertes des plantes, et elle s'exerce indépendamment de la plante elle-même. Si, par exemple, on place la tige d'une plante dans de l'eau contenant un certain volume d'acide carbonique, et que, dans cet état, elle soit exposée à l'action des rayons du soleil, au bout d'un certain

temps ce gaz aura complètement disparu. Si l'expérience a été conduite sous un récipient, on constatera qu'un volume égal d'oxygène aura été dégagé par la plante. Ce dégagement ne cesse que lorsque tout l'acide carbonique est décomposé ; il suffit, pour le reproduire, d'ajouter à l'eau une nouvelle portion de ce dernier gaz.

Les racines absorbent aussi de l'acide carbonique. Pour remplir cette fonction, qui leur est dévolue par la nature de leurs attributions, il faut que ce gaz soit dissous dans l'eau. Nous examinerons donc ce fait en traitant de ce dissolvant.

Une autre source de carbone pour les plantes résulte de la décomposition des matières végétales. Cette décomposition peut, chimiquement, être considérée comme une combustion lente durant laquelle l'oxygène de l'atmosphère, agissant sur ces matières, transforme en acide carbonique presque tout le carbone que les plantes s'étaient assimilé pendant leur vie. Ainsi, toute matière végétale en décomposition, placée dans des circonstances favorables de température, d'humidité, etc., donne lieu à un dégagement d'acide carbonique formé sous l'influence de l'oxygène de l'air. Et comme cette formation s'accomplit aussi bien dans un sol perméable à l'air que dans l'air lui-même, de là cette source continue et lente d'acide carbonique absorbé par les plantes qui végètent sur ce sol.

Dès les premiers temps de la vie du végétal, avant la naissance des feuilles, et lorsque la plante ne pos-

sède encore aucun organe capable d'absorber le gaz acide carbonique de l'atmosphère, nous l'avons déjà dit, c'est la substance de la graine qui fournit l'aliment nécessaire aux premiers rudiments de la racine. Cette racine, une fois formée, entre en fonction; elle absorbe de l'humidité, de l'acide carbonique produit par la décomposition des matières végétales, et d'autres ingrédients du sol qui développent sa substance; viennent les feuilles et les autres parties de la plante; alors la nutrition s'accomplit, à la fois, par les racines et les organes placés au-dessus du sol. La plante, dont la végétation est ainsi activée par ces deux sources d'existence, marche rapidement à sa maturité. Mais quand la plante est mûre, et quand sont arrivés à l'état de perfection les organes à l'aide desquels elle tire de l'air sa nourriture, le gaz acide carbonique, qui se dégage du sol, n'est plus nécessairement exigé; celui que contient l'air est suffisant pour entretenir cette plante et pourvoir à son dévéloppement vital. C'est pour cela que l'absence de l'humidité ne l'arrête plus alors dans sa carrière, que les chaleurs de l'été ne l'empêchent pas de parcourir ses phases.

Quand l'approvisionnement d'une plante est plus abondant qu'il n'est besoin pour le développement des organes déjà existants, le superflu de nourriture ne retourne pas au sol, mais sert à la formation de nouveaux organes et vient augmenter la luxuriance de la plante. Ainsi, par excès d'aliment, une nouvelle cellule se forme à côté de celle qui existait, de

nouvelles branches, de nouvelles feuilles naissent et se développent; et, comme la faculté de puiser la nourriture dans l'air atmosphérique est nécessairement proportionnée au nombre des feuilles et à l'étendue de leur surface, il en résulte que l'accroissement du volume et du nombre de ces organes est suivi d'un accroissement proportionnel de leur faculté d'absorption, et ensuite, mais dans certaines limites, d'un développement de nouvelles feuilles et de nouvelles branches. Cette absorption ne s'arrête pas au parfait développement de la plante; elle se continue; mais alors le carbone assimilé par les feuilles n'est plus employé à l'accroissement de la plante, il sert avec d'autres matières à la formation de la fibre, de la fécule, du sucre, des gommes, des huiles, etc.

Après la maturité du fruit, la plante a parcouru toutes les phases de son existence; les feuilles ne sont plus alors d'aucune utilité; leur action vitale cesse tout-à-fait. On voit bientôt leur couleur verte disparaître pour prendre une autre teinte; elles se dessèchent et tombent, et si la plante qui les supporte est une plante annuelle, elles en partagent le destin et meurent avec elle.

Un vaste sujet de controverse existe entre les physiologistes au sujet de l'absorption de l'acide carbonique par les plantes. Plusieurs d'entre eux ont fait des expériences par lesquelles ils tendent à prouver que le carbone ne constitue pas leur aliment essentiel. Mais, ici, les circonstances sous l'influence desquelles ces végétaux cèdent du carbone à l'at-

mosphère, au lieu d'en absorber, ont besoin d'être étudiées et expliquées; en cela, il faut distinguer les effets des transformations chimiques des effets des opérations mécaniques qu'elles peuvent accomplir.

Entrons dans quelques détails à ce sujet.

Dans le but de déterminer si le carbone forme le principal ingrédient de la vie végétale, des expériences ont été faites. Après avoir planté des graines dans du marbre et du soufre réduits en poudre, on les a arrosées convenablement, et en temps opportun, avec de l'eau contenant en dissolution du gaz acide carbonique. Ces graines ont germé; quelques feuilles, deux ou trois, se sont développées, puis là s'est arrêté l'accroissement de la plante qui, bientôt, est morte. De telles expériences ont été invoquées pour contester que le carbone fût l'aliment des plantes. Mais pour en tirer cette conclusion il faut vraiment y mettre de la bonne volonté ou de l'irréflexion.

On sait, en effet, que plusieurs éléments sont nécessaires à la vie et au développement des organes des plantes. Il ne suffit donc pas qu'un seul agent de nutrition, le principal même, soit employé à leur développement, il faut encore l'action réunie et combinée de tous les éléments vitaux. Les organes des plantes, comme ceux des animaux, sont formés de substances qui varient suivant ces mêmes organes; les uns requièrent du carbone, les autres de l'hydrogène, d'autres enfin de l'azote, et tous exigent la présence d'oxydes métalliques et de sels terreux. Il est donc impossible de croire que, placée en face d'un

seul élément de nutrition, la plante puisse prendre rang parmi les végétaux et croître saine et vigoureuse. Une telle manière d'expérimenter est opposée à toutes les règles de la philosophie chimique.

L'autre objection faite à l'assimilation du carbone par les plantes consiste en ce que, dans certaines circonstances, les plantes dégagent de l'acide carbonique au lieu d'en absorber. En traitant de l'action de la lumière sur les fonctions des plantes, nous avons dit que cet agent était nécessaire à l'acte d'assimilation du carbone, et que la décomposition de l'acide carbonique était suspendue par l'obscurité; qu'alors, pendant la nuit, enfin, l'oxygène de l'air atmosphérique agissait chimiquement sur les feuilles et les autres parties de la plante, en se combinant à une partie de leur carbone. Mais ce résultat ne peut être considéré en aucune manière comme l'acte de la plante elle-même; il n'est pas lié à sa vie, car il s'exécute sur elle, morte ou vivante. Il n'a lieu que par l'action de l'oxygène de l'air sur la plante, au moment où son pouvoir d'assimilation l'abandonne. Ajoutons encore que, malgré cette circonstance contraire, il est démontré que les végétaux absorbent plus de carbone pendant le jour qu'ils n'en dépensent pendant la nuit.

Les plantes végètent vigoureusement dans un sol imprégné d'eau. Cette eau, de quelque source qu'elle vienne, contient invariablement de l'acide carbonique qui existe en outre dans un tel sol, soit qu'il provienne de l'air atmosphérique, soit qu'il soit généré par la décomposition des matières végétales.

Les plantes, pendant leur vie, possèdent le pouvoir d'absorber l'eau par les spongioles des racines, et cette eau, nous venons de le dire, tient en dissolution de l'acide carbonique. Est-il surprenant que ces plantes exhalent cet acide carbonique quand la lumière, qui leur donne la puissance de le décomposer et de l'assimiler, vient à manquer? Cet acide absorbé par les racines est dissous dans la sève qui le charrie par toute la plante d'où il finit par s'échapper, avec l'eau, à travers les feuilles.

Ni cette émission de l'acide carbonique, ni l'absorption de l'oxygène n'ont de rapport avec l'acte d'assimilation. Le premier phénomène est mécanique, les plantes ne servent que de moyens de conduite; le second, l'absorption de l'oxygène, est une opération purement chimique. Si cette manière de voir est exacte, les plantes qui exigent la présence de l'oxygène pour convertir en résine les huiles essentielles qu'elles contiennent devront en absorber beaucoup plus en l'absence de la lumière. C'est en effet ce qui a lieu. Par exemple, les feuilles insapides de l'*aloès d'Amérique* n'absorbent, pendant la nuit, que 0,3 de leur volume d'oxygène, tandis que les feuilles de quelques végétaux, dans lesquels abondent les huiles essentielles et les résines, en absorbent dix fois autant; celles du chêne, qui contient de l'acide tannique, en absorbent quatorze fois le même volume.

Cette action chimique de l'oxygène n'est pas moins évidente et remarquable sur les feuilles du *cacalis ficoïdes*. Ces feuilles ont une saveur aigre, le matin,

par suite de l'absorption de l'oxygène, pendant la nuit; elles deviennent insapides, à midi, après avoir absorbé du carbone, sous l'influence de la lumière, et, le soir, elles prennent une saveur amère, quand elles ont assimilé, outre le carbone, une portion de l'hydrogène de l'eau, constituant de toutes les substances amères.

La quantité de l'oxygène absorbé peut être évaluée approximativement d'après le temps que les feuilles vertes mettent à subir une altération de couleur, sous l'action de l'air. Celles qui conservent leur couleur verte le plus longtemps en absorbent moins que celles dont la couleur varie facilement. Ainsi, les feuilles de hêtre, de peuplier, absorbent huit ou neuf fois leur volume de gaz oxygène pendant que d'autres feuilles n'en absorbent que deux ou trois fois ce même volume. Et quand ces feuilles, séchées à l'ombre sous le récipient d'une machine pneumatique, sont humectées et soumises à l'action de l'oxygène, on les voit encore changer de couleur en proportion du gaz qu'elles absorbent.

Les plantes aquatiques nous serviront encore à démontrer que les végétaux fournissent à l'atmosphère plus d'oxygène qu'ils n'en consomment. Quand les marais et les fossés, au fond desquels végètent une grande quantité de ces plantes, sont couverts d'une couche de glace, il y a séparation complète entre l'eau et l'atmosphère. Les feuilles et les tiges laissent continuellement échapper de leurs pointes, pendant le jour, de petites bulles de gaz. Elles deviennent

plus distinctes, quand les rayons du soleil frappent sur la glace; très petites d'abord, elles finissent par s'agglomérer et former des bulles beaucoup plus volumineuses. C'est de l'oxygène pur dont la quantité ne diminue ni pendant la nuit, ni pendant le jour, en l'absence des rayons solaires. La source de cet oxygène est évidemment due à la décomposition de l'acide carbonique par les plantes qui s'assimilent le carbone et laissent l'oxygène s'échapper; cet acide carbonique leur est fourni par l'eau qui en est d'autant plus saturée qu'elle contient beaucoup de végétaux en voie de désorganisation.

Si les plantes sont considérées comme le purificateur de l'air atmosphérique, en ce sens qu'elles le débarrassent de l'acide carbonique qui l'altère, on se demande comment il se fait que, pendant l'hiver, en l'absence des parties vertes des plantes, et pendant le sommeil de la végétation, il n'y ait pas dans l'atmosphère une plus grande proportion d'acide carbonique que pendant l'été. Cette observation étonne au premier aspect, mais bientôt la réflexion en fait justice, pour peu qu'elle veuille bien ne pas se reposer sur un seul pays, mais embrasser à la fois le vaste champ de la création. Les sources propres, constantes, inépuisables, de l'oxygène sont les climats chauds, les tropiques; ici, le ciel, rarement couvert, permet au soleil de luire ardemment sur une végétation continuelle et luxuriante. D'autre part, au contraire, sous les zones tempérées et froides, les décompositions sont faciles, l'humidité est constante,

les animaux sont plus nombreux; là, des sources plus abondantes d'acide carbonique. Le même courant d'air qui, dans son passage incessant de l'équateur aux pôles, nous apporte un approvisionnement d'oxygène, y reporte le carbone que nous avons en excès. C'est ainsi que l'air atmosphérique est tenu en équilibre parfait et toujours ramené à la condition d'un air pur et salubre.

Il était intéressant de savoir si, en augmentant la proportion de gaz acide carbonique dans une quantité donnée d'air, les plantes se développeraient en raison de cette augmentation; si, même, leur vie prendrait de l'activité dans un air complètement privé de son oxygène, soit par la respiration d'animaux, soit par la combustion d'un corps quelconque. Les expériences faites à ce sujet ont prouvé que la plante pouvait vivre dans un air altéré de la sorte, et que, pendant le temps que cette plante mettait à absorber le carbone de l'acide carbonique, la végétation devenait plus luxuriante; et, définitivement, l'on n'a plus trouvé que de l'oxygène à la place de cet acide carbonique. Ainsi un pied de menthe fut placé sous une cloche où une souris était morte en dix minutes. Cette plante y resta quelques heures avec une très belle apparence, et quand on la retira de la cloche, celle-ci était tellement remplie de gaz oxygène, qu'une nouvelle souris put y vivre aussi longtemps que la première. On obtient les mêmes résultats lorsqu'on répète cette expérience dans un air déjà modifié par la combustion.

Ceci conduit naturellement à rechercher quelles proportions d'acide carbonique mêlé à l'air sont le plus favorables à la végétation. On s'est assuré qu'elle ne pouvait avoir lieu dans un air contenant 75 pour 100 d'acide carbonique; qu'elle était possible dans un mélange de gaz et d'air, à égale partie, mais qu'elle donnait de médiocres résultats; qu'elle était un peu plus active dans un mélange à 25 pour 100, plus encore à 12 et demi pour 100, et qu'enfin les plantes fleurissent mieux, arrivent à un plus haut degré de végétation dans un air qui contient 9 pour 100 seulement d'acide carbonique que dans l'air commun. Il est bien entendu que, pour retirer de ces expériences leur bonne et entière valeur, il faut les pratiquer sous l'influence de la lumière, qui, nous l'avons déjà répété, est une des causes de la décomposition et de l'assimilation de l'acide carbonique.

Toutes les plantes, abstraction faite de leur volume, n'absorbent pas la même quantité d'acide carbonique. M. de Saussure s'est assuré que la *salicaire* absorbait, en douze heures, sept à huit fois son volume d'acide carbonique, tandis que le *cactus opontia*, ainsi que d'autres plantes, à feuilles charnues, n'en absorbaient que cinq fois leur volume. Ces expériences ont été faites dans un air contenant 7 1/2 pour 100 de gaz acide carbonique; supposons qu'elles soient faites dans l'air ordinaire, les quantités d'acide absorbé seront moindres, mais les rapports de proportions resteront les mêmes.

Les matières nutritives carbonacées qu'on trouve dans les plantes, comme la gomme et le sucre, sont considérablement augmentées par un approvisionnement plus copieux d'acide carbonique; mais aussi, du moment où ce gaz n'est plus décomposé et assimilé, la santé de la plante languit, sa composition devient plus aqueuse. Ainsi, M. Chaptal analysant un *bissus*, tenu dans l'obscurité (obstacle à l'assimilation), n'a trouvé dans sa composition que 0,89 de son poids de matière carbonacée. Ce même *bissus*, après un mois de végétation à la lumière, contenait 1,24 de cette même matière. Sennebier est arrivé à des résultats semblables en opérant, d'une part, sur des plantes qui, placées dans l'obscurité, laissaient échapper de l'acide carbonique, et, d'autre part, sur des plantes qui, exposées à la lumière, s'assimilaient du carbone. Au moyen de la même expérience, il a constaté que les quantités d'huile et de résine étaient dans les proportions de 2 à 5 1/2, des premières aux secondes; outre cela, celles qui avaient vécu dans l'obscurité renfermaient moitié moins de matière terreuse, mais une fois plus d'eau que les plantes de même espèce qui avaient végété au grand jour.

Tels sont les resultats de l'accès libre du gaz acide carbonique de l'atmosphère sur les parties vertes des plantes exposées à la lumière; il provoque leur accroissement, augmente leur vigueur et enrichit leurs sécrétions.

De l'oxygène.

Le gaz oxygène, ou air vital, est un gaz invisible, sans odeur et sans saveur. Il fait partie de l'air atmosphérique, dans la proportion de 21 pour 100. On le trouve également combiné avec la plus grande partie des corps simples, et formant ainsi des acides ou des oxydes. Il existe dans toutes les substances animales et végétales, et est, du reste, tellement répandu dans la nature qu'il s'y rencontre partout.

Nous ne parlerons pas de son procédé d'extraction, il est trop compliqué, et cela n'entre pas dans le cadre de nos travaux.

Que l'on suppose l'oxygène enlevé à l'air atmosphérique, les plantes ne pourront végéter, les feuilles ne pourront plus accomplir une partie de leurs fonctions. Mais notons encore que cette fonction partielle des feuilles, cette absorption de l'oxygène, s'accomplit seulement pendant la nuit, ou dans l'obscurité.

En même temps que les feuilles absorbent de l'oxygène, elles rejettent de l'acide carbonique. L'on s'est assuré que le *quercus robur* et le *sedum reflexum* en dégageaient des quantités considérables, mais non égales en volume au gaz oxygène absorbé. La majorité des plantes est dans ce cas; cependant, certains végétaux échappent à cette règle genérale; le *cactus opontia* et le *sempervirens tectorum*, entre autres, ne

dégagent aucune portion de gaz acide carbonique, pendant qu'ils absorbent de l'oxygène.

Il n'est pas douteux que cet oxygène absorbé ne devienne partie constitutive de la plante et ne serve à former différentes matières végétales.

Les expériences faites à ce sujet sont concluantes. Ainsi, des feuilles de plantes qui venaient à l'instant d'absorber des quantités d'oxygène ont été exposées sous le récipient de la machine pneumatique; d'autres ont été exposées à la chaleur la plus voisine de celle de la combustion sans qu'il ait été possible dans aucun cas d'en séparer la plus petite partie d'oxygène.

La quantité de gaz oxygène absorbée par des plantes différentes est sujette à de nombreuses variations. Celles qui absorbent la plus grande quantité d'acide carbonique pendant le jour sont aussi celles qui absorbent la plus grande quantité d'oxygène pendant la nuit ; et l'on sait que les feuilles charnues qui rejettent peu d'acide carbonique absorbent aussi fort peu d'oxygène. Thompson fait remarquer, pour justifier cette assertion, que ces végétaux peuvent vivre dans des situations très élevées, où l'air est très raréfié. Les plantes qui fleurissent dans les terrains marécageux en exigent peu. Les arbres à feuilles toujours vertes en réclament plus que les plantes à feuilles charnues, mais une quantité moindre que les arbres dont les feuilles tombent pendant l'hiver. M. de Saussure a fait de nombreuses expériences touchant l'action de l'oxygène sur la végétation. Il a

constaté que plusieurs fonctions des plantes ne pouvaient s'accomplir sans l'influence de ce corps ; qu'il était absorbé non-seulement par les feuilles, mais encore par les racines ; qu'il se combinait avec le carbone, et que l'acide carbonique ainsi formé circulait à travers la plante et arrivait jusqu'aux feuilles pour y être décomposé. Il est absorbé par les tiges et les branches ; il active la floraison et détermine la germination ; c'est son absence qui fait que les graines enfoncées profondément sous la terre ne peuvent ni germer ni végéter.

Pendant l'acte de la germination, la quantité d'oxygène consommée par un poids égal de différentes graines varie considérablement. Ainsi, le froment et l'orge exigent moins d'oxygène que le pois ; celui-ci moins que le haricot commun. Ces derniers consomment un centième de leur poids d'oxygène, tandis qu'on ou deux millièmes suffisent pour l'orge et le froment. Des expérences récentes ont aussi démontré que l'eau employée pour l'arrosement est d'autant plus favorable aux plantes qu'elle est plus imprégnée d'oxygène. C'est à sa présence dans l'eau de pluie qu'il faut, à cet égard, attribuer la supériorité de cette dernière sur celle de toutes les autres sources. M. Hill a sanctionné ces faits par des exemples. Les jacinthes, les melons, le maïs, d'autres plantes encore arrosées pendant quelque temps avec de l'eau oxygénée se sont développées avec une beauté et une luxuriance remarquables ; les melons offraient une fleur beaucoup plus belle, et le maïs

avait acquis un développement égal à celui qu'il acquiert dans l'Amérique du Nord.

L'oxygène est donc d'une grande importance dans la végétation. Si les faits que nous avons rapidement reproduits ne prouvaient suffisamment la nécessité de sa présence par rapport à la vie des végétaux, il suffirait, pour s'en convaincre tout-à-fait, de consulter les analyses des substances végétales où on le trouve très abondant.

Ainsi,

Le gluten contient en oxygène.	15, 70	p. 100 de son poids.
La fécule.	49, 11	id.
Le sucre.	50, 63	id.
La gomme.	50, 84	id.
La cire des abeilles.	5,544	id.
La fibre ligneuse.	41, 78	id.
L'acide acétique.	46, 82	id.
L'acide tartrique.	59,882	id.
L'acide citrique.	54,831	id.
L'acide benzoïque.	20, 43	id.
L'acide gallique.	38, 36	id.
L'acide oxalique.	66,534	id.

L'oxygène mis en liberté dans les plantes par l'assimilation de l'hydrogène et du carbone paraît, en supposant toutes circonstances favorables, être dégagé à l'état de pureté. Mais si des circonstances particulières, comme l'absence de lumière, des rayons solaires, de même que des pluies continuelles, viennent mettre obstacle aux décompositions de l'eau et de l'acide carbonique et à l'assimilation qui en est la

conséquence, alors l'oxygène reste dans la plante, s'y combine avec les sels et les autres substances qui s'y rencontrent, et leur communique son caractère particulier, l'acidité.

Lorsque des pluies froides, tombant fréquemment pendant l'été, interceptent les rayons solaires et privent les plantes de l'influence de la lumière, les fruits contractent une saveur aqueuse et un goût acide. Voici comment les choses se passent : l'eau absorbée par les racines de la plante n'est ni exhalée ni décomposée; elle imprègne le fruit; de là vient sa saveur aqueuse. D'un autre côté, le carbone est imparfaitement assimilé et l'oxygène non dégagé reste dans le fruit; de là vient sa saveur acide.

Il est donc bien démontré qu'en l'absence de la lumière et de la chaleur, l'oxygène n'est pas rendu à l'atmosphère, mais qu'il est retenu dans les plantes et qu'il en altère les produits sucrés. Le sucre est formé de 43 parties de carbone et de 57 parties d'eau. Si la plante qui le fournit n'est point placée dans des circonstances favorables à l'assimilation facile du carbone et au dégagement de l'oxygène, on peut être certain qu'elle sera d'autant moins riche en sucre que le principe d'acidité s'y sera plus développé. Nous ne savons pas si l'expérience en a été faite; mais ce qui justifie parfaitement notre manière de voir, c'est que la canne à sucre, plante des plus carbonées, ne peut être cultivée que sous les tropiques, où un soleil brûlant et un ciel sans nuages lui permettent une assimilation de carbone suffisante à la produc-

tion d'une quantité considérable de matière sucrée.

La culture de la betterave en France ne peut être une objection à la démonstration précédente ; car il est clair pour tout le monde que, du moment où les droits qui protégent les fabriques sucrières de France viendront à être abolis, ces fabriques ne pourront plus soutenir la concurrence avec les colonies et cesseront d'exister. Quel que soit le travail et la culture, on ne peut remplacer l'influence du climat des tropiques qui tend à faciliter puissamment l'assimilation du carbone.

Il existe plusieurs classes de plantes oxygénées, ou, pour mieux dire, dans lesquelles l'oxygène entre en combinaison avec les bases qui s'y rencontrent, telles que la soude, la potasse, etc. ; ces plantes ont une saveur acide. Telles sont l'oseille, la vigne ; la première donne l'acide oxalique, la seconde l'acide tartrique.

De l'azote.

Le troisième gaz qui entre dans la composition de l'air atmosphérique est l'*azote* ou *nitrogène*.

L'azote pur est un gaz sans couleur, sans saveur, sans odeur. On ne le trouve jamais pur à l'état gazeux. Il fait partie de l'air atmosphérique dans la proportion de 79 pour 100, et ce nombre est rigoureux, dans quelques régions qu'on recueille l'air et malgré la pesanteur spécifique fort différente de ce gaz et de l'oxygène. Uni à l'hydrogène, l'une de ses combinaisons les plus faciles et les plus répandues, il

forme l'ammoniac, gaz très soluble dans l'eau, saisi par les acides presque à sa naissance et produisant alors des sels très abondants et également très solubles. On le trouve encore combiné à l'oxygène dans la proportion d'une partie sur cinq ; il constitue alors l'acide nitrique, acide très répandu et qui forme tous les nitrates. Il existe dans tous les muscles des animaux et dans leurs produits excrémentitiels ; on le rencontre enfin dans les plantes, ce qui nous oblige à nous occuper de son assimilation et de l'importance de sa présence.

La proportion d'azote contenue dans les plantes est moins considérable que celle du carbone et de l'oxygène. Des expériences récentes ont cependant démontré qu'il y était beaucoup plus répandu qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Ainsi M. Boussingault a reconnu (Journal de la Société d'agriculture, t. 8, p. 150) que cent parties en poids

De froment contenaient.	2,38	d'azote.
De paille de froment.	0,30	
D'orge.	2,02	
De paille d'orge.	0,26	
De fèves.	5,13	
De pois.	4,08	

Que cent parties en poids

De luzerne verte contenaient. . . .	0,30	d'azote.
— sèche.	1,66	
De trèfle rouge, vert.	1,76	
— sec.	2,77	

De betterave fraîche cueillie. . . .	0,26 d'azote.
— sèche.	2,70
De chou rouge sec.	5,50
D'avoine.	2,22
De paille d'avoine.	0,36
De riz.	2,29
De paille de riz.	0,20
De navets frais cueillis.	0,17
— secs.	2,20
De carottes fraîches cueillies. . . .	0,30
— séchées à l'air.	2,40
De sarrasin (graine).	2,40
De faux froment.	1,06

L'azote n'est ni absorbé ni assimilé par les tiges, les feuilles ou les parties vertes des plantes ; c'est par les racines qu'il leur parvient, et dès lors il faut nécessairement qu'il y pénètre à l'état de combinaison avec d'autres corps et en dissolution dans l'eau. C'est donc seulement du sol et des engrais que l'on y mélange que provient l'azote des végétaux ; cela simplifie considérablement l'étude de cette substance.

La présence de l'azote dans les végétaux est d'une grande importance, car si c'est par le carbone que les plantes existent, c'est par l'azote qu'elles jouissent de propriétés nutritives. Aussi est-ce dans les graines que ces propriétés sont le plus manifestes, parce que ce sont elles en effet qui renferment la plus grande quantité d'azote. Les graines farineuses sont formées de gluten et de fécule ; nous avons donné la composition de la fécule. Quant au gluten, il contient 7,8 p. 100 d'azote.

La qualité et le poids du blé, comme la qualité et le poids de toutes les graines céréales, dépendent de la quantité de gluten qu'elles contiennent. Les meilleurs blés sont ceux où le gluten est proportionnellement en abondance par rapport à la fécule. L'analyse de différentes espèces de céréales démontre que les quantités de gluten peuvent varier considérablement.

		Fécule.	Gluten.
100 parties de blé bien fourni, semé à l'automne, a donné		77	19
100 — au printemps		70	24
100 — blé de Barbarie		74	23
100 — blé de Sicile		75	21
100 — d'orge de Norfolk		79	6
100 — de riz de Suffolk		6	5

On n'a trouvé que 32 parties de gluten sur 100 dans du blé rouillé, et 130 parties dans du blé gâté par l'humidité. L'avoine contenait 87 pour 100 parties; la fève commune 103; les pois 35; la pomme de terre 30 à 40; les navets de Suède 2; les navets communs seulement 1 p. 100, toujours sur 100 parties.

M. Proust a constaté la présence de 125 parties de gluten dans 1000 parties de blé de France; Vogel 240 parties dans du blé de Bavière.

M. Boussingault a retiré du blé cultivé au Jardin-des-Plantes 270 parties de gluten, mais 33 parties seulement du blé d'hiver.

Les variations de quantité de gluten peuvent tenir

à l'espèce, mais, le plus souvent, elles dépendent de la nature de l'engraissement du sol. La qualité plus ou moins ammoniacale des engrais, dit Liebig, donne non-seulement lieu à des grains plus ou moins nombreux, mais à une quantité plus ou moins grande de gluten. *Daubeny* a mis en évidence ce principe par l'analyse de la même espèce de blé, cultivée sur un même sol, fumé au moyen d'engrais divers. Voici ces résultats analytiques obtenus sur 100 parties de blé, suivant la différente nature des engrais. Le blé venu sur le sol fumé

	Gluten.	Fécule.
Avec l'urine humaine séchée, contenait. .	35,1	39,1
— le sang de bœuf sec.	34,2	41,3
— les matières fécales sèches.	33,1	41,4
— la fiente de mouton.	22,9	42,8
— — de vache.	12,0	62,3
— — de pigeon..	12,2	63,2
— humus terreux végétal.	9,6	55,9
— sur le sol non fumé.	9,2	66,7

L'agriculteur doit tirer une conséquence pratique de l'examen de ce tableau. Il peut, à volonté, obtenir du blé riche ou pauvre en gluten, riche ou pauvre en fécule; cela est nécessaire selon qu'il a l'intention de livrer sa récolte aux fabricants de fécule, ou de la vendre comme produit alimentaire. Si donc il veut obtenir un blé où la fécule domine, l'engrais qu'il versera sur ses champs sera riche en carbone; ce sera un engrais végétal; s'il recherche un blé où le gluten

abonde, l'engrais dont il fera usage sera le plus azoté possible, et, pour lors, choisi parmi les engrais animaux.

De tous les composés que forme l'azote, le plus simple, celui qui résulte le plus abondamment de la décomposition des engrais végétaux et animaux, c'est l'ammoniaque (azote et hydrogène). La majeure partie de ce principe azoté entre en combinaison avec des acides et forme des sels solubles; une autre partie s'échappe dans l'air.

Cependant, ces corps ne restent pas longtemps à l'état gazeux ou salin, car la pluie les dissout et en imprègne la terre. Les spongioles des racines aspirent cette dissolution; elle est ensuite charriée dans toute la plante et assimilée; puis elle sert à former diverses combinaisons végétales, dont l'azote est partie constituante (le gluten, l'albumine, certains alcalis végétaux).

Quelques plantes conservent de l'ammoniaque au sein de leurs tissus. Si, par exemple, on mêle au suc de l'*érable* ou du *bouleau* quelques parties de chaux, il se dégage une piquante odeur ammoniacale. Dans toutes les fabriques de sucre de betterave, on est frappé de sa présence. La sève qui exsude de la vigne nouvellement taillée en contient aussi qu'il est facile de déceler au moyen d'acide muriatique et d'un peu de chaux.

Par suite de ces décompositions et de ces dégagements constants de gaz ammoniac, l'eau de pluie en contient toujours en dissolution. La quantité en est

variable, mais toujours plus grande en été qu'en hiver. Deux causes expliquent cette différence : la première, c'est que les décompositions sont plus rapides et plus abondantes pendant les chaleurs que pendant les temps froids; la seconde, c'est que les giboulées sont rares en été et abondantes en hiver.

Les matières azotées contenues dans les plantes sont considérables, mais aussi les sources d'azote sont immenses. Que l'on se figure, par la pensée, la quantité de matières végétales et animales constamment en voie de décomposition, l'on ne sera plus étonné qu'il y ait toujours de quoi fournir à la formation de ces produits végétaux.

M. Liebig a fait, sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'air atmosphérique, des calculs dont il a tiré les inductions suivantes. Une livre d'eau de pluie, suivant lui, et c'est là une appréciation modérée, doit en contenir un quart de grain; si l'on suppose maintenant un champ de 40,000 pieds carrés, 2,500,000 livres d'eau tombée, et c'est la quantité qui, suivant les calculs connus, paraît devoir tomber habituellement sur une telle surface, on trouve que 80 livres d'ammoniaque ont dû être absorbées par le sol. Des taillis, un champ de navets ou de luzerne y trouveront, et au delà, la quantité d'azote qu'ils exigent, mais cette quantité est moindre que celle que contiennent les tiges et les racines d'un champ de blé. Pour comprendre l'approvisionnement d'ammoniaque fourni aux plantes par l'eau de pluie, il ne faut pas perdre de vue que les décompositions

constantes restituent à l'air l'ammoniaque que l'eau pluviale lui enlève.

Les produits excrémentitiels liquides des animaux sont les meilleures sources d'ammoniaque, et leur état liquide les rend plus aptes à l'assimilation que la plante doit en faire. Cependant il y a quelques distinctions à faire entre l'urine des carnivores et celle des herbivores, et nous devons dire pourquoi celle des premiers est infiniment plus riche en ammoniaque que celle des seconds. La chair étant presque entièrement formée d'azote (l'un des constituants de l'ammoniaque), les animaux qui s'en nourrissent consomment une plus grande quantité de cet azote que ceux qui se nourrissent de végétaux dans le tissu desquels il n'en existe que fort peu. Or, comme l'entretien de la vie, chez les premiers, n'exige pas la consommation complète de cet azote, il s'ensuit qu'il existe en excès chez eux et qu'il est rejeté par les issues naturelles.

L'urine des herbivores eux-mêmes est d'autant plus ammoniacale qu'ils se nourrissent de plantes plus azotées.

L'excrément solide des animaux, et surtout celui des animaux herbivores, contient peu de sels ammoniacaux. Il n'occupe aussi que le second rang parmi les engrais. Nous aurons lieu d'en parler plus tard.

Les gaz qui se dégagent constamment des cratères et des fissures des volcans en ébullition sont encore, pour les plantes, une source d'ammoniaque. La luxuriance des végétaux qui croissent dans leur voi-

sinage est due peut-être à cette influence azotée. Elle semble secondée, cependant, par la présence des sels alcalins que la disgrégation des matières volcaniques répand sur le sol, et il est possible, probable même, que ces causes réunies provoquent cette végétation si riche, si remarquable, surtout, près du mont Vésuve et de l'Etna.

Après avoir examiné séparément les effets du carbone et de l'azote sur les plantes et sur les différentes parties des plantes; après avoir montré que, règle invariable, les graines contiennent plus d'azote et moins de carbone que les autres parties de la plante, tandis que les feuilles et les tiges sont riches en carbone et pauvres en azote, faisons ressortir les avantages que les animaux retirent d'une nourriture azotée, comme les graines, ou carbonée, comme les feuilles; chose importante pour les cultivateurs.

Un cheval nourri exclusivement d'herbe, de foin et de graines à peine azotées, telles que l'orge, s'approvisionne principalement de carbone. Sous l'influence de cette alimentation, une matière huileuse, grasse, se forme en abondance, se dépose sous la peau, entre les muscles, et donne à l'animal de l'embonpoint et des proportions colossales. Ce cheval est peu propre à la culture; il n'a que l'apparence de la force, la fatigue le fait maigrir. Supposons-le maintenant au régime de l'avoine et du blé; il grossira sans engraisser; ses muscles prendront du développement, de la bonne chair, comme on dit, et il

sera propre à rendre des services pénibles et soutenus.

Dans le premier cas, on le voit, la prépondérance du carbone a donné naissance à la formation de graisse; dans le second, la prédominance de l'azote a servi au développement de la fibre musculaire.

Telles sont les influences essentielles des trois gaz contenus dans l'air atmosphérique : l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote. Quoique, dans leur étude, nous ayons signalé les faits pratiques qui peuvent en être déduits, nous croyons utile de grouper de nouveau ces faits pour les rendre plus sensibles au cultivateur.

Ainsi, il faut bien se garder d'entourer d'arbres, de bordures élevées, de haies, un champ chargé de récoltes, car l'obstacle à la circulation de l'air empêcherait les plantes d'être suffisamment approvisionnées de carbone. Ainsi, l'agriculteur devra tracer ses sillons dans le sens des vents qui dominent, afin d'obtenir par cette méthode une végétation plus luxuriante que si les courants d'air prenaient les plantes en travers. Ces considérations importantes se déduisent des mêmes raisons qui expliquent pourquoi les bords d'un champ, c'est-à-dire la partie la plus exposée aux vents, en sont également la plus verte et la plus riche; pourquoi la végétation se développe avec plus de succès pendant un temps modérément venteux que pendant un temps calme.

Si les fermiers anglais obtiennent de si beaux produits dans leur culture des navets et des choux raves,

cela tient à ce qu'ils les cultivent comme on fait pour la vigne et l'olivier. Cette pratique de remuer la terre autour des racines donne de bons résultats, parce que, rendant la terre plus friable, on facilite l'accès de l'air vers ces organes. Aussi, plus cette terre est défoncée profondément, plus l'accès du gaz est rendu facile et plus belle est la végétation. De là l'importance de pénétrer jusqu'au sous-sol. Les jardiniers qui ne sont pas assez riches pour fumer convenablement leur sol suppléent à ce manque d'engrais en le retournant à une profondeur de 18 à 20 pouces.

De l'hydrogène.

L'hydrogène est une des dernières substances gazeuses que nous ayons à examiner. Il forme une partie essentielle de tous les végétaux et se rencontre dans la nature sous plusieurs états : d'abord il est partie constituante de l'eau, dans la proportion de deux volumes de gaz hydrogène contre un volume de gaz oxygène. Il entre dans toutes les combinaisons gazeuses qui se dégagent des matières végétales et animales en décomposition (gaz hydogène carboné, ammoniac, etc., etc.) Enfin, il existe, soit à l'état d'eau, soit isolément, dans tous les végétaux et les animaux.

100 parties de gluten contiennent	. . .	14,00 d'hydrogène.
— de fécule de froment	. . . .	6,77
— de sucre	. . . . .	6,90
— de gomme	. . . . .	6,93
— de cire d'abeilles	. . . . .	12,67
— de bois de chêne	. . . . .	5,69
— de bois de hêtre	. . . . .	5,82
— d'acide acétique	. . . . .	6,35
— — oxalique	. . . . .	0,224
— — tartrique	. . . . .	3,80
— — citrique	. . . . .	3,80
— — benzoïque	. . . . .	5,16
— — gallique	. . . . .	5,00
— de camphre	. . . . .	14,49
— de résine	. . . . .	10,71

On ne le rencontre jamais à l'état pur et isolé. Il est incolore, sans odeur ni saveur, excessivement léger et très inflammable.

Il ne peut exister de doute sur les sources d'où les plantes tirent l'hydrogène qui entre dans leur composition. Ce sont l'eau ou les gaz résultant de la décomposition des matières organiques employées comme engrais. Liebig paraît pencher pour la première opinion. « En considérant le caoutchouc, la » cire, les huiles grasses et volatiles qui contiennent » beaucoup d'hydrogène et peu d'oxygène, on doit » être convaincu que certaines plantes possèdent la » propriété de décomposer l'eau, car elles ne pour- » raient tirer d'aucune autre source la quantité d'hy- » drogène qui entre dans leurs produits. » Des expériences de M. de Humboldt sur les champignons, il

résulte également que l'eau peut être décomposée par les plantes, sans qu'il y ait assimilation d'hydrogène.

Les combinaisons que l'hydrogène forme avec l'oxygène et le carbone dans les parties solides des végétaux (la fibre ligneuse) peuvent être envisagées de deux manières : ainsi, nous pouvons considérer le bois comme une combinaison d'acide carbonique avec une certaine quantité d'hydrogène, ou comme une combinaison de carbone avec de l'oxygène et de l'hydrogène dans des proportions propres à former de l'eau ; combinaison formée sous l'influence des rayons solaires.

Priestley est le premier qui ait observé l'influence considérable de l'hydrogène sur les feuilles des végétaux. *Sennebier* a découvert que les plantes qui perdent leur couleur verte dans l'obscurité la conservent parfaitement si l'on a la précaution de mêler au milieu dans lequel on les a placées un peu de gaz hydrogène. Le docteur Ingenhouss s'est assuré que l'action de ce gaz avivait la couleur verte de celles qui croissent à la lumière, et de plus M. de Humboldt a remarqué que le *poa annua*, le *trifolium arvense*, ainsi que d'autres plantes qu'il a rencontrées dans des galeries de mines de houille, avaient conservé leur couleur verte, quoique végétant à l'obscurité. Il en attribue la cause à la présence d'une certaine quantité de gaz hydrogène dans l'atmosphère de ces galeries.

Les gaz hydrogène carboné et sulfuré, obtenus par la putréfaction des engrais animaux et végétaux, ont sur les plantes une action que les travaux des

chimistes ont éclairée ; mais, avant eux, les fermiers et les cultivateurs intelligents avaient reconnu leur bonne influence.

Ces gaz, si favorables à une belle végétation, sont évolvés plus abondamment au commencement de la décomposition des engrais qu'à l'époque où leur fermentation putride est avancée; quand elle est complète, quand leur masse est réduite en une espèce de terreau, il y a cessation absolue de dégagement gazeux. Aujourd'hui les fermiers, tout en tenant compte de la nécessité de la destruction des graines malfaisantes qui abondent dans les fumiers, savent que plus ils les emploient frais, plus leur action sur les plantes est avantageuse et durable. Ils savent que, dans le voisinage de tous les lieux où il y a dégagement naturel des gaz de la putréfaction, les plantes végètent avec une vigueur remarquable.

Le jardinier observateur n'a pas été sans comprendre que les bons résultats qu'il obtient dans ses cultures sur couches chaudes tiennent à un dégagement continu de ces mêmes gaz, quoique la chaleur de la putréfaction ait complètement cessé.

Les travaux des chimistes sur l'influence bienfaisante de ces gaz sont d'accord avec l'expérience des cultivateurs. Nul doute que les gaz les plus favorables au développement des plantes ne soient ceux de la putréfaction et qu'un air vicié par la présence de ces gaz ou par la respiration des animaux n'active la végétation; nul doute aussi que ces gaz, dirigés habilement vers les racines des plantes, n'apportent

à ces dernières une alimentation bienfaisante, et à la plante elle-même une vigueur inaccoutumée.

Les engrais verts résultant de la décomposition des végétaux, tels que les plantes marines, le sarrasin, la fougère, sont riches en hydrogène carboné, et produisent des effets d'autant meilleurs qu'ils se décomposent plus lentement. La théorie du chimiste, comme l'expérience du cultivateur, indiquent que les plantes vertes ne sauraient constituer des engrais également bons, à toutes les époques de leur existence. Le blé le plus beau est venu sur une terre couverte précédemment d'un riche gazon, ou dans laquelle on aura enfoui les racines, les tiges ou tous autres restes d'une bonne récolte de trèfle : ainsi, le moment de la floraison est celui qu'il faut choisir pour enfouir dans le sol la récolte de sarrasin que l'on se propose d'employer comme engrais. Davy et d'autres chimistes ont constaté qu'au moment où les fleurs paraissent la plante possède alors une plus grande proportion de substance soluble et décomposable; qu'enfoncée sous le sol, à cette époque de la vie, sa fermentation modérée permet aux racines d'absorber graduellement les gaz et les liquides, au fur et à mesure de leur production et du besoin des végétaux.

M. Knight, mieux qu'aucun cultivateur, a mis un grand soin à déterminer l'état de décomposition dans lequel les substances végétales peuvent être employées le plus avantageusement pour servir d'aliment aux plantes vivantes. L'une de ses expériences a été pratiquée avec un noyau de prunier; elle offre

des circonstances remarquables. Il prit un pot à fleurs, dans lequel il disposa un mélange de feuilles vertes, de racines et de diverses herbes; il recouvrit ce mélange d'une couche de terreau, au milieu de laquelle il planta son noyau. La plante sortit de terre en avril et se développa pendant le printemps et l'été. Trois fois pendant son accroissement elle fut transplantée du vase où elle était dans un pot plus grand dont l'intérieur était rempli de la même manière que le premier. A la fin d'octobre, ses racines occupaient un espace de 11 à 12 centimètres carrés, et la plante s'élevait à la hauteur de 3 mètres et plus.

Cette expérience fut répétée de diverses manières par M. Knight. Il sema de la graine de navets dans des sillons fumés avec des feuilles vertes de trèfle et répandit de la même graine sur un même sol, mais qu'il fuma au moyen d'un riche terreau végétal. La récolte obtenue sous l'influence de l'engrais vert, qui se décomposait graduellement, était beaucoup plus belle que le produit de la seconde expérience. Elle en avait différé pendant son développement par une croissance plus rapide et une couleur plus foncée.

L'action fertilisante des gaz de la putréfaction sur les racines des plantes devient un fait bien démontré. Les eaux sales, puantes, les eaux stagnantes, qui ont un goût particulier d'hydrogène carboné, doivent à la présence de ces gaz l'influence utile qu'elles exercent sur la végétation. Tous les jardiniers savent apprécier l'excellence de l'eau des étangs pour les arrosages. Ils la préfèrent, avec raison, à l'eau la plus

pure des fontaines, qui, froide ou chauffée légèrement, ne contient pas ces espèces de gaz et ne peut, par conséquent, rendre aux plantes les mêmes services de vivification.

On ne peut donc révoquer en doute l'action vivifiante du gaz hydrogène carboné sur la végétation, et nous devons conclure des expériences de M. Knight que le meilleur moyen de retirer des engrais la quantité la plus considérable de ce gaz, c'est de les employer à l'état de verdure, avant qu'ils aient subi aucun commencement de fermentation putride.

CHAPITRE V.

DE LA VAPEUR D'EAU.

La vapeur d'eau se rencontre en quantité considérable dans l'atmosphère. Sans sa présence les plantes ne pourraient fleurir, ni même exister. Aussi la Providence a voulu que l'air en fût toujours imprégné, que la quantité en devînt plus considérable pendant les chaleurs, au moment où les végétaux en ont un besoin plus grand, et qu'elle diminuât dans la saison des froids. L'air, à une température de 50° F., ayant une libre communication avec de l'eau, absorbe environ 1,75 de son poids de vapeur humide; et si cet air, placé dans les mêmes conditions, est chauffé jusqu'à 100° F., il en absorbe encore 1,21 en plus que dans la première expérience. Quand les causes les plus évidentes d'humidité ont disparu, quand les chaleurs sont si intenses que le sol est sec et que la vie des plantes dépend principalement, sinon tout-à-fait, du pouvoir absorbant de leurs feuilles et du sol sur lequel elles croissent, c'est alors que la vapeur d'eau est le plus abondante dans l'atmosphère. Davy admire avec raison ce phénomène et le regarde comme

la plus grande démonstration de l'ordre parfait qui règne dans la nature.

La quantité de vapeurs humides contenues dans l'air varie selon les vents. Celui qui passe sur les mers équatoriales en contient plus que celui qui traverse des contrées vastes et brûlantes. L'air atmosphérique, que le vent chasse à travers les sables de l'Asie et de l'Afrique septentrionale, est tellement sec qu'il dessèche et brûle toutes les contrées voisines. C'est cette sècheresse de l'air qui communique au sirocco de Malte une influence si nuisible. Les fermiers ont reconnu que le vent d'est, le plus sec de tous les vents, était en même temps le moins propice à la végétation ; tandis que pendant la prédominance des vents ouest et sud-ouest, les plus aqueux de tous les vents, et qui nous arrivent chargés des vapeurs de l'Atlantique, leurs récoltes acquéraient plus de vigueur, et la verdure de leurs arbres prenait une teinte plus fraîche et plus foncée.

Le cultivateur doit apprécier le surcroît de vie que fournit aux plantes la vapeur humide de l'atmosphère. Il y trouve une raison de plus pour faciliter la circulation de l'air au milieu des récoltes et pour remuer le sol de manière à permettre l'accès de cet air jusqu'aux racines. Cette vapeur n'est jamais absente de l'atmosphère, et si elle ne pénètre pas jusqu'aux racines des plantes, cela ne tient nullement à l'imprévoyance de la nature, mais à ce que le laboureur reste inattentif à ses avantages ou assez indolent pour laisser s'endurcir et devenir imperméable un sol

qu'il devrait briser et remuer. Davy reconnaît, avec raison, que l'adhésion des sols argileux, qui ne permet pas à l'air de les traverser pour aller jusqu'aux graines qu'on leur confie, est une cause de leur improduction. Les agriculteurs peuvent s'assurer, au moyen d'une expérience toute pratique, de l'utilité de la vapeur d'eau sur les racines, et de l'avantage des défrichements, des sarclages qui facilitent sa pénétration dans le sol. Que l'on prenne une planche de blé, de navets, de laitue ou de toute autre graine; si l'on passe le râteau ou la houe sur une partie pendant les plus grandes chaleurs de l'année, on verra que, par ce travail manuel, loin de nuire aux récoltes en faisant sortir du sol une portion de l'humidité qu'il contient (comme on le suppose généralement et par erreur), on facilitera le développement de la végétation qui ne tardera pas à surpasser en vigueur les plantes voisines. Il est bien entendu que, dans cette expérience, les deux parties des mêmes récoltes seront également débarrassées des mauvaises herbes, et que, sous tous rapports autres que l'action de remuer le sol ou de le laisser sans mouvement, il y aura identité parfaite de conditions.

Les meilleurs fermiers de l'Angleterre ont donné une grande extension à l'application de cette découverte. Pendant les plus grandes chaleurs de l'été, ils sarclent leurs navets dans les champs de Norfolk et de Suffolk. Cette pratique n'a pas seulement pour but de détruire les mauvaises herbes, mais bien de favoriser la circulation des gaz et des vapeurs humides

de l'atmosphère. « Plus je tourmente le sol entre » mes navets, dit lord Leicester, et mieux ils pous- » sent. »

La vapeur aqueuse existe toujours dans l'air atmosphérique, mais sa quantité varie suivant les temps, les lieux et différentes autres circonstances. Quant aux gaz constituants de l'air, leur proportion est constamment la même, soit que l'air ait été recueilli dans les régions les plus élevées comme dans les vallées les plus basses, soit qu'il provienne du centre des villes les plus populeuses ou des contrées les plus ouvertes.

Telles sont les matières principales contenues naturellement dans l'atmosphère, ou qui, s'y trouvant apportées par la putréfaction, sont capables d'exercer une grande influence sur les progrès de la végétation. Il est certain que d'autres matières utiles aux végétaux y arrivent accidentellement. Ainsi, nos sens nous apprennent que l'air, en traversant les villes populeuses, se charge de fumée dont il dépose la suie et les matières terreuses sur les champs circonvoisins. On regarde généralement ce dépôt comme une des causes de leur fertilité.

Il peut encore exister dans l'air certaines substances d'une action puissante, bien que la quantité en soit minime, si minime même que le chimiste ne puisse ni les saisir, ni en constater la présence ; c'est à ces matières insaisissables que l'on peut attribuer l'arome des fleurs, les influences épidémiques, etc.

CHAPITRE VI.

DE L'EAU.

L'eau est tellement connue et si universellement répandue qu'il devient inutile d'en donner une description. Nous dirons seulement qu'elle est formée de deux gaz, l'oxygène et l'hydrogène, dans la proportion de 89 parties du premier et de 11 du second. On peut la produire artificiellement en faisant passer une étincelle électrique à travers un mélange proportionné de ces gaz. Par ce moyen, l'on obtient de l'eau à son plus grand état de pureté.

Dans l'état ordinaire l'eau n'est jamais pure ; elle contient toujours en dissolution du gaz acide carbonique, des sels de chaux, de soude, de potasse, de magnésie, et souvent de l'ammoniaque.

Fluide à la température ordinaire, elle devient solide (glace) à 32° F. ; elle bout à 212 F. et se convertit alors en vapeur.

L'eau agit de trois manières sur les végétaux ; aussi son importance est-elle des plus indispensables : 1° elle agit pas son humidité, si nécessaire à l'économie des plantes ; 2° elle est le premier de tous

les dissolvants et celui que la nature emploie pour dissoudre les sels ou les autres matières solubles et permettre ainsi leur absorption et leur assimilation par les plantes; 3° enfin, en se décomposant, elle fournit l'hydrogène qui se combine avec le carbone, l'azote et divers sels, pour donner naissance à certains produits végétaux. L'oxygène, rendu libre au moyen de cette décomposition, rentre dans l'air atmosphérique pour y remplacer celui qui est absorbé par l'homme et tous les animaux, durant l'acte de la respiration.

L'importance de l'eau sur la végétation a été connue et appréciée des premiers hommes. Dans le plus ancien de tous les livres à nous connus, la Genèse, nous lisons qu'une rivière sortait de l'Eden pour l'arrosement du jardin. Les philosophes grecs et égyptiens, frappés des bons effets de l'eau sur les récoltes des climats de l'Orient, chantaient dans leurs vers sa puissance fécondante. Non-seulement ils la regardaient comme l'un des quatre éléments dont la nature était formée; mais Hippocrate lui attribuait encore la faculté d'entretenir la vie chez les hommes et chez les animaux. Théophraste pensait que ce liquide était la source de tous les métaux.

Pendant longtemps on soutint que l'eau pure, seule, pouvait entretenir la végétation. A cette opinion se réunissaient plusieurs philosophes distingués et que recommandaient encore leurs recherches laborieuses et leur amour sincère de la vérité. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer Vanhelmont, Bonnet, Duhamel,

Tillet et l'illustre Boyle. Tous se sont fait illusion, soit qu'ils employassent de l'eau qu'ils regardaient à tort comme parfaitement pure, soit qu'ils ne se missent pas suffisamment en garde contre d'autres sources d'erreurs. De toutes les expériences faites à ce sujet, nulle ne fut, en apparence, plus concluante que celle que Vanhelmont fit sur un saule. Elle induisit d'autant mieux tout le monde en erreur que l'on savait tout le soin que ce savant apportait dans ses travaux et dans ses recherches. Cet illustre expérimentateur choisit un vase de terre ordinaire qu'il fit sécher soigneusement dans un four ; il le remplit ensuite de deux cents livres d'huile et y planta un saule pesant cinq livres. Le vase fut alors placé dans la terre et couvert de manière à empêcher l'accès de la poussière. Pendant cinq années, ce saule fut arrosé avec de l'eau de pluie ou de l'eau distillée; il continua de croître et de se développer, et, au bout de ce temps, son poids s'était élevé à 169 livres un quart, quoique la terre au milieu de laquelle il avait été planté (séchée et pesée préalablement) fût trouvée n'avoir perdu que deux onces de son poids primitif. Or, disent les contemporains de Vanhelmont, si ce saule, qui n'a eu d'autre aliment que de l'eau pure, a bénéficié de 164 livres, il faut en conclure que l'eau seule, l'eau pure, suffit pour soutenir et développer la végétation.

Cette expérience, concluante au premier aspect, est entachée de diverses erreurs. D'abord l'illustre Bergmann nous apprit en 1773 que l'eau de pluie em-

ployée par Vanhelmont, loin d'être chimiquement pure, contenait une quantité de matières terreuses suffisante pour fournir à l'alimentation du saule. En outre, on a constaté depuis qu'un vase de terre non verni s'imbibe facilement de l'humidité du sol et la transmet au moyen de ses pores. Or, cette humidité retient toujours en dissolution diverses substances organiques, salines et terreuses.

Dans un chapitre précédent, nous avons essayé de faire connaître l'action des sols sur la végétation. Le cultivateur observera que leur fertilité tient en grande partie à leur capacité d'attraction pour la vapeur d'eau de l'atmosphère et à la faculté qu'ils ont d'absorber et de retenir cette vapeur. C'est vainement, en effet, qu'on a tenté de faire vivre des plantes dans de l'air atmosphérique absolument sec et dans de la terre desséchée. Il est bien vrai cependant que quelques racines florissantes de l'Orient et quelques mousses de nos contrées paraissent vivre sans cette condition d'humidité; mais de telles plantes, soit que, suspendues au plafond d'une chambre, elles flottent dans l'air, comme cela se voit dans quelques contrées orientales, soit qu'elles poussent sur un rocher tout-à-fait sec, puisent toujours dans l'atmosphère une certaine quantité de vapeur d'eau; car lorsque, par un moyen chimique quelconque, on a enlevé à l'atmosphère toute l'humidité qu'elle contient, les plantes cessent de végéter, quelque robustes qu'elles puissent être.

L'eau existe dans tous les sols cultivés, mais en

proportions variables. La quantité nécessaire à la bonne fructification d'un sol varie également suivant le climat, la nature de la terre et la récolte qu'on lui confie. Ainsi, les champs de riz de l'Inde exigent un degré d'humidité qui serait tout-à-fait nuisible aux produits que nous cultivons dans nos contrées. Le sable le plus poreux, dans un climat pluvieux, ne manquera pas de fécondité, tandis que le même sol, dans une contrée chaude, sera tout-à-fait stérile. Les sables desséchés de l'Arabie, placés, par exemple, sous les pluies incessantes des Andes de l'Amérique, seraient bientôt couverts de verdure et de végétation. Certaines prairies, très arrosées et très fertiles, de l'Angleterre et de l'Écosse, sont formées sur un sous-sol de silex, de sable et de cailloux crayeux. Il est bon de dire que les prairies exigent parfois une humidité surabondante, capable de gâter toute une récolte de blé. L'eau qui séjourne sur des sols incultes se sature de produits végétaux et de matières étrangères variables. Les sols graveleux lui abandonnent des oxydes de fer, les sols calcaires du sulfate et du carbonate de chaux (gypse et craie), tandis que les terres tourbeuses lui cèdent en abondance du sulfate et de l'oxyde rouge de fer.

Le premier soin du fermier, avant de mettre un champ en culture, c'est d'en écarter l'eau qui s'y trouve en excès, car cet excès, en mouillant la terre, altère ses qualités et devient nuisible aux habitudes des plantes qu'on lui confie. Le séjour de l'eau et son passage sur un sol a de plus un inconvénient bien

grave, c'est de l'appauvrir en dissolvant toutes les parties solubles auxquelles il doit ordinairement sa richesse. L'assainissement est donc la base de toute amélioration du sol ; si cette pratique est reconnue d'une nécessité indispensable pour les sols marécageux, ajoutons encore qu'elle peut avoir son utilité pour les sols les plus élevés.

Depuis longtemps le cultivateur applique l'eau de diverses manières, et presque toujours avec un égal succès : en vapeur pour l'intérieur des serres ; à l'aide de l'arrosoir en plein air. La variété des moyens d'arrosage est presque infinie, depuis le jet pluvieux que le jardinier fait tomber sur ses parterres jusqu'aux efforts gigantesques de l'agriculteur instruit, devenu mécanicien, quand il s'agit d'arroser ses pâturages.

En considérant un tel usage de l'eau pour la végétation, il est nécessaire que le cultivateur sache, et nous l'avons déjà fait remarquer, qu'il ne doit pas rechercher l'emploi de l'eau la plus pure, mais bien de l'eau chargée de matières organiques, terreuses, salines. La présence de telles matières donne à l'eau destinée aux arrosages les qualités les plus fertilisantes. Les eaux les plus troubles, les plus fangeuses, sont infiniment préférables aux eaux limpides ; ainsi, l'eau d'une rivière, avant de traverser une ville, est beaucoup moins fertilisante qu'à sa sortie, lorsqu'elle vient de recevoir tout le contenu des ruisseaux et des égouts. En Angleterre, l'eau de la rivière d'Edimbourg est celle que l'on regarde comme la plus

propice à l'engraissement du sol, parce qu'elle contient une somme de matières dissoutes beaucoup plus considérable que celle de la Tamise et d'autres rivières. Ces notions sur l'usage de l'eau sont parfaitement appréciées des propriétaires qui cultivent les vallées de l'Itchen et de l'Avon dans le Wiltshire; elles ont leur valeur, et nos cultivateurs français feront bien d'en faire leur profit.

Des carbonates, des sulfates de chaux, des matières organiques, des sels de soude, quelquefois des sels ferrugineux et magnésiens ou alumineux, existent dans toutes les rivières, mais en proportions très variables; comme ces matières se rencontrent dans toutes les plantes et qu'elles en sont l'aliment propre, il n'est pas étonnant que ces eaux, qui en sont chargées en grande proportion, aient sur les végétaux une action plus vivifiante que l'eau de source, des lacs, des puits, enfin que toute espèce d'eau qui se rapproche de l'état de pureté. Il est maintenant parfaitement acquis à la science agricole, malgré l'expérience si retentissante du saule de Vanhelmont, que l'eau distillée pure est impropre à l'entretien de la vie des plantes. La végétation peut bien continuer pendant quelque temps, mais le végétal n'arrive jamais à un accroissement parfait et ne fournit pas de graines. C'est un fait également connu que l'eau impure, telle que celle des égouts et des fumiers, peut entretenir par elle seule la végétation et la conduire à sa perfection. Lampadius a démontré ces deux faits de la manière la plus évidente par une double expé-

rience. Une plante, placée dans de la terre pure (silice ou alumine) et arrosée avec de l'eau distillée, ne put nullement se développer. Mais une autre plante, mise dans la même terre et arrosée avec de l'eau de fumier, végéta merveilleusement et donna de belles fleurs.

La quantité de matières solides et terreuses absorbée par les plantes est en proportion exacte de l'impureté de l'eau employée pour les arrosages. L'analyse chimique l'a démontré. Ainsi, une quantité donnée de plantes, arrosée avec de l'eau distillée, a produit 3,9 de matières solides ou cendres ; tandis que la même quantité des mêmes plantes arrosée avec de l'eau de pluie en a fourni 7,5. Il est bien entendu que la même terre leur servait de soutien, car ces plantes, venues d'un autre côté dans du terreau et arrosées avec de l'eau de pluie, ont donné 12 p. à l'analyse.

Telle est l'opinion de quelques-uns des cultivateurs les plus judicieux, savoir, que le principal avantage de l'irrigation dépend de la quantité de substances étrangères dont l'eau est chargée. Cependant, et tout le monde en a pu faire l'observation, chaque fermier a une manière particulière de se rendre compte des effets fertilisants de l'irrigation. L'un pense qu'elle rafraîchit la terre, l'autre qu'elle abrite les herbes contre le froid. Davy est partisan de cette dernière opinion ; il attribue aux inondations qui, pendant l'hiver, recouvrent quelquefois les prairies, une action protectrice contre les gelées. Sa théorie

repose sur des appréciations beaucoup trop savantes pour nos éléments agricoles, mais elle s'étaie d'un fait qu'il est impossible de ne pas citer. « En 1804, dans le mois de mars, dit-il, j'ai constaté la température de l'eau dans un pré près de Hungerfold, dans le Kerkshire, avec un thermomètre très sensible. Elle était à 43° F., tandis que celle de l'air n'était qu'à 7° F. »

On ne peut plus douter maintenant que l'eau d'irrigation ne serve à l'alimentation des plantes par les matières qu'elle contient. Ainsi, celle qui tient du gypse (sulfate de chaux) en dissolution, l'*eau crue*, comme on le dit vulgairement, exerce, en raison de la présence de ce sel, une action d'autant plus fertilisante sur les prairies qu'il se rencontre en proportions fort sensibles dans beaucoup de graminées. Si nous calculons qu'une partie de gypse est contenue dans 2000 p. d'eau de rivière, et que chaque mètre carré de sol sec de prairie absorbe soixante-quatre livres d'eau (c'est là une appréciation minime, car certains sols en absorbent une quantité trois ou quatre fois plus considérable), nous voyons qu'à chaque inondation un acre de sol peut être imprégné de 150 livres de cette matière. Cette quantité est au moins égale à celle qu'emploient généralement les cultivateurs qui s'en servent comme engrais sur leurs champs de trèfle, de luzerne et de sainfoin.

Si nous appliquons le même calcul aux substances organiques toujours contenues, en plus ou moins grande quantité, dans les eaux d'irrigation, et que

nous supposions qu'il y en ait seulement 20 p. en dissolution dans 1000 p. d'eau de rivière, nous verrons qu'en prenant pour base d'absorption la moyenne dont nous avons parlé plus haut, le même acre de sol pourra recevoir, à chaque irrigation, 2000 livres de matière végéto-animale. Admettons cinq inondations par an, cela quintuplera les quantités et les effets.

Bien que parfois les quantités de substances étrangères que nous venons de prendre pour base de nos calculs soient un peu moindres, il arrive communément qu'elles sont plus considérables.

M. Madder, chimiste anglais, a prouvé, par des analyses exactes, que l'eau de source, après avoir servi à l'irrigation d'une prairie, perdait une grande quantité des matières solides qu'elle tenait en dissolution. Ainsi, il a constaté que 8 livres d'eau, transparente comme du cristal, prise à sa source, près la base des collines de Pintland, contenait, avant de passer sur les prés, 10 grains de sel commun et 4 grains de carbonate de chaux, tandis qu'après son passage elle ne contenait plus que 5 grains du premier et 2 grains du second.

Les fermiers ont remarqué, non sans raison, que les foins fournis par des prairies soumises à l'irrigation sont moins nutritifs que ceux des pâturages permanents. Cependant la différence est moindre qu'on ne le suppose généralement. Voici à cet égard des résultats obtenus par M. G. Sinclair; ils démontrent que si l'application d'engrais liquides ou solides

vient en aide à l'accroissement des herbes, elle en diminue la matière nutritive. Ainsi, 4 onces de faux froment, récolté sur une pièce de terre fumée avec de la fiente de vache, contenaient 72 grains de substance nutritive; tandis que la même quantité de la même plante, prise sur un champ voisin non fumé, en donnait 122 grains. L'expérience a eu lieu sur des plantes du même âge et recueillies à la même période de leur accroissement.

La plus grande partie de l'eau absorbée par les racines est évaporée par les feuilles après avoir traversé le végétal et y avoir déposé les éléments carbonés et salins qu'elle contenait. L'autre partie, la plus petite, est décomposée en ses éléments : oxygène et hydrogène. Ce dernier fait a été principalement étudié dans notre article sur l'hydrogène; nous croyons inutile d'y revenir et d'expliquer encore l'importance de cet agent dans la formation des composés ammoniacaux et des corps hydrogénés et carbonés, comme les huiles et les résines.

Nous nous sommes appliqué à citer les principaux usages de l'eau par rapport à la végétation. Certaines plantes des plus délicates, comme certains animaux placés au bas de l'échelle des êtres vivants, peuvent servir à démontrer combien la manifestation de la vie dépend, chez eux, de la présence de l'eau. Des coquilles marines desséchées, conservées pendant quelque temps dans un état de torpeur, ont été rendues à la vie par leur immersion dans ce liquide; au moyen de la même influence, Baüer put rappeler à l'existence

un *vibris tritici* (espèce de vers), après une mort apparente de six années ; Spallanzani a revivifié par de l'humidité des animalcules engourdis depuis vingt-sept ans ; certaines mousses, conservées dans un herbier depuis plusieurs années, peuvent, après avoir été trempées suffisamment dans l'eau, reprendre leur verdeur et leur vie végétative. Ainsi, chez ces différents êtres, la vie disparaît ou revient selon que l'humidité leur est enlevée ou leur est rendue.

CHAPITRE VII.

DES SELS.

La présence des matières salines dans les végétaux n'a point été ignorée des anciens philosophes. Les premières indications à ce sujet ont été fournies par la saveur salée, alcaline, des cendres obtenues de la combustion des plantes. Si les connaissances des chimistes n'ont pas permis dès l'origine d'apprécier les nombreuses substances salines, terreuses ou alcalines qui s'y trouvaient contenues, elles ont depuis, par les progrès de l'analyse, éclairé complètement cette question.

Un sel, ne l'oublions pas, est un corps résultant de la combinaison d'un acide avec une base. Cette base peut être une terre, un alcali ou un oxyde métallique; de là une immense quantité de sels, deux mille au moins, dont la très grande partie n'entre pas dans le cadre de nos travaux. Il est certaines substances qui, au premier aspect, ne présentent pas les caractères physiques d'un sel; ainsi, ce que l'on appelle vulgairement la craie, le marbre, est une combinaison d'acide carbonique avec de la chaux (oxyde

de calcium), carbonate de chaux; ainsi, le plâtre, le gypse est, pour le chimiste, du sulfate de chaux, c'est-à-dire le résultat de la combinaison de l'acide sulfurique avec la chaux.

En traitant des sols, des gaz et de l'eau, nous avons fait connaître l'importance de ces différents agents sur la végétation, sur la quantité et la qualité des récoltes; cependant il ne suffit pas qu'un sol soit correctement composé des matières terreuses que contiennent les plantes, qu'il soit arrosé d'eau pure, imprégné de tous les gaz de l'atmosphère et de la putréfaction, car tous ces éléments réunis ne pourraient, par eux seuls, déterminer une récolte abondante et riche; il faut encore, pour obtenir de bons et beaux produits, la présence dans le sol de matières salines.

Il a été démontré que les plantes absorbent les sels qui se rencontrent dans un sol. Les cultivateurs doivent savoir que certains sels prédominent dans certaines plantes, et, comme ils savent également que les substances salines se rencontrent invariablement dans tous les sols, ils seront nécessairement conduits à admettre que les plantes ont une puissance de discernement à cet égard. On s'est assuré que si ces plantes ne trouvaient pas dans le sol ce sel, objet de leurs préférences, elles languissaient et ne soutenaient qu'une chétive existence. Il faut conclure de ces faits que les sels constituent pour les plantes un aliment aussi essentiel à leur existence qu'aucune des substances qui abondent en elles.

La combustion des plantes dans des pots de fer et le lavage des cendres ont été employés depuis longtemps pour obtenir l'*alcali végétal*, autrement dit le *carbonate de potasse*, la *potasse*. Ce nom de potasse lui a été donné de ce mode d'opération, car *potasse* veut dire *cendres de pot*.

La table suivante indique la quantité de potasse retirée de 100 parties des plantes suivantes :

	Cendres.	Potasse.
Saule.	2,008	0,285
Orme.	2,367	0,039
Chêne.	1,351	0,153
Peuplier.	1,234	0,074
Charme.	1,128	0,125
Hêtre.	0,584	0,145
Ortie commune.	10,671	2,503
Chardon commun.	4,042	0,537
Fougère.	4,007	0,625
Laiteron.	10,005	1,966
Grand jonc de rivière. . . .	3,853	0,722
Jonc plumeux.	4,335	0,508
Tige de blé de Turquie. . .	8,086	1,075
Absinthe.	9.774	7,003
Fumeterre.	21,009	7,009
Trèfle des prés.		0,007
Vesces.		2,078
Fèves avec les tiges		2,000

En général, la quantité de cendres que l'on retire de la combustion des arbrisseaux est trois fois plus considérable que celle que l'on obtient des arbres, et celle des herbes l'est encore cinq fois plus.

A poids égal, les feuilles d'un arbre produisent plus de cendres que les branches, et les branches plus que le tronc de ce même arbre.

On obtient une plus grande quantité de cendres des herbes parvenues à leur maturité qu'à une autre époque de leur existence; la même chose a lieu pour les végétaux verts comparés aux végétaux secs.

Le sel que l'on obtient au moyen de la combustion des plantes ne consiste pas uniquement en alcali végétal (carbonate de potasse); on peut y reconnaître la présence de quelques autres substances salines, comme le sulfate, le muriate de potasse, le sulfate et le phosphate de chaux; mais ces sels n'y sont qu'en minime proportion, relativement au carbonate de potasse.

L'*alcali minéral, carbonate de soude*, ou la *soude*, existe à peu près généralement dans toutes les plantes qui croissent dans la mer, sur ses bords ou dans le rayon de son influence. La somme d'alcali que ces plantes contiennent est très considérable, surtout si on la compare à la quantité que possèdent les plantes cultivées dans l'intérieur des terres. Ainsi, 100 parties de *salsola soda* brûlées fournissent 19,921 p. de cendres, desquelles on peut extraire 1,992 p. de soude et de sel commun. Les plantes marines, si riches en substances salines, employées dans le plus grand état de fraîcheur possible, constituent le plus puissant de tous les engrais verts. M. Gaultier de Claubry, ayant analysé le *fucus saccharinus* t le *fucus digitatus*, très utilisés tous les deux en Écosse

comme engrais, y a reconnu les substances suivantes : matière saccharine, mucilage, albumine végétale, oxalate, malate et sulfate de potasse, sulfate de soude, sulfate de magnésie, carbonate de potasse, carbonate de soude, hydriodate de potasse, silice, phosphate de chaux, phosphate de magnésie, oxyde de fer, oxalate de chaux.

Dans les îles de Jersey et Guernesey, les cendres de plantes marines, vulgairement appelées *vraic*, sont employées comme engrais.

Le *phosphate de chaux*, composé d'acide phosphorique et de chaux, abonde dans les substances végétales, mais principalement dans les os des animaux, dont il forme la base et d'où on le retire généralement. Il est toujours sous forme d'une poudre blanche, sans odeur ni saveur. Il est insoluble dans l'eau, inaltérable à l'air.

Le *phosphate de magnésie* est un composé de magnésie et d'acide phosphorique. Il est soluble dans quinze fois son poids d'eau. On le rencontre, comme le phosphate de chaux, dans beaucoup de substances végétales, et très souvent on peut les reconnaître tous les deux dans la même substance.

La table suivante indique la quantité de ces sels contenue dans certains végétaux, et démontre leur importance pour une saine végétation.

100 parties	de cendres de graines d'avoine ont donné en phosphate de chaux . .	39,03
—	de tiges de froment ont donné en phosphate de chaux et de magnésie	6,02
—	de graines de froment.	44,05
—	de son de froment.	46,05
—	de graines de vesces	27,22
—	de verge d'or.	11,00
—	de paille d'orge.	7,75
—	de graine d'orge.	32,05
—	de feuilles de chêne.	24,00
—	de bois de chêne.	4,05
—	d'écorce de chêne.	4,05
—	de feuilles de peuplier.	13,00
—	de bois de peuplier.	16,75
—	de feuilles de noisetier.	23,00
—	de bois de noisetier.	35,00
—	d'écorce de noisetier.	5,00
—	de bois de mûrier.	2,25
—	d'écorce de mûrier.	8,05
—	de bois de charme.	23,00
—	d'écorce de charme.	4,05
—	de graine de pois.	17,05
—	de bulbe d'ail.	8,09

Il ne peut pas exister de doutes sur la source d'où les plantes tirent cette grande abondance de phosphates. C'est dans le sol qu'elles le puisent pour l'absorber et se l'assimiler. En effet, tous les sols contiennent ces sels, soit qu'ils s'y rencontrent naturellement, soit qu'ils y aient été répandus à l'état salin, soit enfin que leur présence tienne à l'emploi des engrais animaux, qui en renferment des quantités fort considérables.

Les éleveurs anglais savent que les sels terreux, résidu des os, après en avoir séparé la matière grasse et la gélatine par la vapeur d'eau, formés seulement de phosphate et de carbonate de chaux, sont tout aussi fertilisants pour leurs pâturages que s'ils étaient employés dans leur état animalisé.

Le *sulfate de chaux*, gypse, *pierre à plâtre*, se rencontre dans toutes les plantes, et est employé pour provoquer l'accroissement de plusieurs d'entre elles. Il est très répandu dans la nature, si répandu même, qu'il devient inutile d'en donner une description. Il est l'aliment salin et constituant des plantes par excellence; il existe en grande proportion dans le trèfle et la luzerne, mais en bien moindre quantité dans les patates et les navets.

Suivant quelques philosophes, le gypse et les alcalis agissent, dans l'économie végétale, comme les condiments dans l'économie animale, c'est-à-dire qu'ils augmentent la valeur des aliments auxquels ils se trouvent mêlés. Il paraît cependant plus probable qu'ils sont eux-mêmes substance alimentaire, et qu'ils donnent à la fibre végétale cette solidité que le phosphate de chaux communique à la partie osseuse des animaux.

Les plantes qui se trouvent le mieux d'un engrais de sulfate de chaux en fournissent toutes à l'analyse. Tel est le trèfle et telles sont toutes les plantes des prairies artificielles.

Nous aurions pu faire les mêmes observations à propos des phosphates et de leur influence sur la

solidité des plantes et sur la nutrition; mais il y a surtout ceci de remarquable, que ces sels, ui paraissemt donner aux plantes leur force et leur solidité, sont précisément ceux qui remplissent le même but dans la charpente animale. Ainsi les deux grandes divisions de la nature vivante pourvoient mutuellement à leur approvisionnement de phosphate et de sulfate de chaux; les animaux le puisent dans les végétaux, comme les végétaux le trouvent dans les sols où les engrais animaux les déposent.

Le *carbonate de chaux, craie*, est de tous les sels celui qu'on rencontre le plus universellement dans les plantes. Il est formé d'acide carbonique et de chaux; il se dissout en petite proportion dans l'eau, mais en quantité beaucoup plus considérable si cette eau tient en dissolution de l'acide carbonique. C'est ainsi qu'il est facilement absorbé par les racines des plantes.

Des expériences analytiques ont démontré que les végétaux pouvaient en contenir des quantités fort différentes.

Ainsi :

1 kilog. de graine de froment en a fourni. . . .	60 centigr.
1 kilog. de graine de riz.	66
1 kilog. de graine d'orge.	1 gr. 31
1 kilog. de graine d'avoine	1 gr. 88
1 kilog. de tiges de riz.	1 gr. 55

Il est presque toujours uni dans les plantes au car-

bonate de magnésie, et sa présence y est tellement universelle qu'elle ne peut être l'effet du hasard, et qu'elle doit exercer nécessairement une influence salutaire sur la végétation.

Le *nitrate de potasse*, *salpêtre*, *sel de nitre*, est formé d'acide nitrique et de potasse. On se rend plus difficilement compte de son action sur la végétation que de celle qu' ercent la plupart des autres sels. Il ne se rencontre que dans un petit nombre de plantes; on n'en découvre aucune trace dans le plus grand nombre, et souvent même dans celles qu'on a récoltées sur un sol où l'application de ce sel a produit de bons résultats. Quelques-unes cependant en contiennent des quantités considérables : telles sont l'ortie commune, le raifort et le tournesol.

Le *nitrate de soude* est un composé d'acide nitrique et de soude. On n'explique pas plus son action que celle du nitrate de potasse. Sa présence n'a encore été constatée que dans l'orge.

Le *muriate de soude*, *hydrochlorate de soude*, *sel marin*, *sel commun*, *sel de cuisine*, composé d'acide muriatique et de soude, existe dans les plantes en plus grande quantité que toute autre substance saline. Il abonde surtout dans celles qui croissent sur les bords de la mer, et se rencontre encore, mais en proportion moins considérable, dans celles qui vivent loin du littoral. Ainsi, 1,450 grains de paille de froment venu sur un sol non salé produisirent 50 grains de cendres desquels on retira 2 grains 3/4

de sel marin ; et la même quantité de semences du même froment, ayant produit 40 grains de cendres, donna 1/6 de grain de sel marin.

En faisant ce même examen sur une récolte obtenue d'un sol où il avait été répandu 44 boisseaux de sel par acre, on a constaté les résultats suivants : de 1,450 grains de paille de blé, on a retiré 40 grains de cendres, 4 grains de sel marin, et, de la même quantité de semences, 10 grains de cendres et 1/4 de grain de sel.

Le sel commun existe en petite proportion dans les sols cultivés. Il sert d'aliment aux plantes et paraît encore rendre d'autres services à la végétation. On pense, par exemple, que s'il est répandu en petite quantité sur un sol, il y provoque la putréfaction des engrais animaux. On pense aussi qu'il est capable, si la proportion n'en est pas trop grande, de stimuler la plante et d'activer ses facultés nutritives.

Le sel marin possède en outre une action des plus utiles sur la végétation. Il préserve les plantes des mauvaises influences qu'elles peuvent subir par suite des brusques transitions de température ; mais, du reste, cette propriété lui est commune avec la plupart des autres sels, et l'on remarque que les sols salés ne gèlent que dans les froids les plus intenses. On sait que la gelée frappe de mort plusieurs plantes potagères cultivées sur un sol non salé, et qu'elle les épargne, au contraire, lorsqu'elles vivent sur un terrain imprégné de sel.

Nous devons encore signaler une des propriétés que possède le sel marin, celle d'absorber l'humidité de l'atmosphère, et par conséquent d'augmenter la faculté d'absorption de tous les sols cultivés sur lesquels il est employé comme engrais.

Les *sels ammoniacaux* sont formés d'un acide quelconque, comme l'acide carbonique, sulfurique, hydrochlorique, etc., etc., et d'ammoniaque. L'ammoniaque, ou plutôt ses sels, existent en quantité considérable dans les fumiers en fermentation, et l'on a découvert que l'eau de pluie en contenait une très minime proportion. Liebig pense que les irrigations célestes doivent une partie de leur bonne influence à la présence de l'ammoniaque, qui, en proportion si minime qu'elle s'y trouve, constitue cependant une somme assez considérable.

La suie doit une partie de son efficacité aux sels ammoniacaux qu'elle contient, et la liqueur résultant de la distillation de la houille ne doit ses propriétés qu'au carbonate et à l'acétate d'ammoniaque qu'elle tient en dissolution.

Les *sels végétaux* sont ainsi appelés parce qu'ils sont formés d'un acide tiré du règne végétal et d'une base terreuse ou métallique. L'oxalate de potasse, par exemple, existe dans *l'oxalis acetosella* et plusieurs autres plantes; l'oxalate de chaux se trouve dans la *rhubarbe*, le *persil*, le *fenouil*, la *seille*, la *tormentille*, le *morelle*, les *épinards*; le malate de chaux a été signalé dans la *joubarbe*, le *réveil-matin*, et le

malate de potasse dans la *rue*, la *capucine*, le *lilas*, la *garance*.

Le *silex* ou *caillou*, extrêmement répandu dans la nature, se trouve dans tous les terrains en plus ou moins grande proportion. Il est la base du granit, et il constitue à lui seul la plus grande partie du sable des rivières et des bords de la mer. Il forme une partie intégrante de quelques minéraux rares et d'un assez grand prix, tels que le quartz, le cristal de roche, la cornaline.

Ceux qui n'ont fait aucunes réflexions sur la structure des végétaux et sur leurs principes constituants peuvent croire que la présence du silex dans les plantes est chose impossible. On ne saurait nier cependant que ce corps s'y rencontre, car l'analyse en a reconnu 60 p. 100 dans la paille de froment. Le silex, en effet, pur et isolé, est complètement insoluble dans l'eau ; mais, combiné avec la potasse, il devient soluble. C'est même au moyen d'une combinaison de potasse et de silex, dans des proportions particulières, que l'on obtient une espèce de verre dit *verre fusible*, parce qu'il se dissout très facilement dans l'eau bouillante. La potasse et le silex abondent dans tous les sols; il ne faudrait qu'expliquer comment leur union s'opère pour comprendre l'absorption du silex par les plantes ; mais jusqu'à présent la science n'a pu jeter une lumière certaine sur ce phénomène. Toutefois, si nous réfléchissons aux puissants moyens que la nature emploie, tels, par exemple, que son pouvoir galvanique, les rayons du soleil, le froid de

l'hiver, les variations journalières de l'humidité atmosphérique, pour modifier la forme des corps et les faire passer de l'état le plus dur à une dureté moindre, même à un état liquide ou gazeux; nous pouvons supposer, tout en respectant le mystère qui met en jeu les actions chimiques, nous pouvons supposer, disons-nous, que des combinaisons s'opèrent et se détruisent sous l'impulsion de ces forces naturelles.

C'est ainsi que probablement se forme la combinaison du silex et de la potasse.

Ce nouveau corps, qui prend en chimie le nom de *silicate de potasse*, est plus ou moins soluble dans l'eau. Il peut alors être facilement absorbé par les spongioles des racines. Arrivée dans les plantes, la combinaison s'y détruit; le silex est assimilé par la tige, et la potasse, s'associant à d'autres corps, forme avec eux de nouvelles combinaisons.

Le silex est d'un usage tout mécanique en agriculture : il sert à rendre le sol poreux et à faciliter la transmission de l'humidité.

Telles sont la plupart des substances salines assimilées par les plantes. Nous n'avons pu qu'indiquer les sources d'où elles viennent, et nous avons dû, pour la plupart, éviter d'entrer dans la description des opérations par lesquelles on les obtient, et passer légèrement sur les caractères spéciaux qui les distinguent : cela rentre dans la chimie pure. Leur histoire, ainsi comprise, eût été sans intérêt pour nous. Or, nous avons cru pouvoir nous dispenser d'entrer dans

des détails tout-à-fait inutiles, nous réservant de revenir sur l'application pratique de chacun de ces corps en traitant des engrais, objet du chapitre suivant.

CHAPITRE VIII.

DES ENGRAIS EN GÉNÉRAL ET DE LEUR ACTION SUR LES PLANTES, A DIVERS AGES.

On donne le nom d'engrais à toute substance solide ou liquide appliquée au sol dans l'intention de favoriser *chimiquement* l'accroissement et la végétation des plantes. On les a divisés en plusieurs classes : 1° les engrais animaux ; 2° les engrais végétaux ; 3° les engrais végéto-animaux ; 4° les engrais végéto-minéraux ; 5° les engrais zoo-minéraux. M. Johnson les range sous trois chefs : *a* les engrais terreux, qui sont les plus durables, et qu'on emploie en grandes proportions (marne); *b* les engrais organiques (animaux et végétaux), moins durables que les précédents, employés aussi en plus petite quantité ; *c* et les sels, dont on use encore en moindre abondance, et qui, sous le rapport de la permanence dans le sol, tiennent le milieu entre les engrais terreux et les engrais organiques. De la définition que nous avons donnée du mot engrais il résulte que nous ne comprenons pas sous cette dénomination les substances qui, mêlées au sol, le fécondent mécaniquement et

rentrent par conséquent dans la catégorie des amendements.

Parmi les engrais, les uns favorisent l'accroissement des plantes en leur servant d'aliment direct; les autres, au contraire, paraissent agir comme de simples stimulants, et presque tous, enfin, en communiquant au sol la propriété d'absorber et de retirer plus facilement l'humidité de l'air. C'est à cette dernière propriété que l'argile, les engrais terreux et quelques sels doivent particulièrement leurs vertus fertilisantes; et, comme elle offre des avantages incontestables, on l'a étudiée comparativement dans chaque espèce d'engrais. Voici, à ce sujet, une table extraite de l'ouvrage de M. Johnson :

1000	parties	de crotin de cheval, séché à une température de 100° F., exposé pendant trois heures dans un air saturé d'humidité, à la température de 62° F., absorbèrent	145 p.
1000	—	de fiente de vache, traitée de même, absorbèrent.	130
1000	—	de fiente de porc.	120
1000	—	de fiente de brebis.	81
1000	—	de fiente de pigeon.	50
1000	—	d'un sol d'alluvion très riche.	14
1000	—	de tannée fraîche séchée à 212° F. . . .	115
1000	—	de tannée putréfiée.	145
1000	—	de suie.	36
1000	—	d'argile brûlée.	29
1000	—	de cendres de charbon..	14
1000	—	de chaux.	11
1000	—	de gypse.	9
1000	—	de craie.	4

On suppose communément que les engrais organiques sont utiles à la végétation, parce qu'ils communiquent de la chaleur au sol. C'est là une erreur basée sur ce que les fumiers offrent un degré de chaleur remarquable pendant leur fermentation; mais il n'y a aucune analogie à établir entre le travail qui s'opère dans le fumier réuni en tas et l'action des engrais répandus en petite quantité sur la surface d'un champ.

La température du sol, par exemple, exerce une influence matérielle sur la durée et la conservation des engrais qui lui sont confiés. Nous savons qu'indépendamment d'autres circonstances sur lesquelles nous insisterons bientôt, un sol argileux, pesant, retient le fumier beaucoup plus longtemps qu'un sol sablonneux ou crayeux. Dans le premier, les bons effets des engrais persistent pendant trois ou quatre ans; ils disparaissent, dans le second, en l'espace de deux ou trois ans au plus.

Nous ne saurions trop insister pour faire comprendre aux cultivateurs qu'ils apportent beaucoup trop de négligence dans le mélange des engrais. Cette remarque s'applique non-seulement aux fumiers de ferme, mais encore à presque toutes les autres espèces d'engrais. L'expérience a démontré, en effet, que telles substances qui paraissaient inertes acquéraient des propriétés fertilisantes très marquées lorsqu'on les mêlait avec d'autres corps. Les vieilles herbes réunies en tas, les boues des étangs, des fossés, et toutes les terres chargées d'une certaine quantité de

matières organiques, deviennent d'excellents engrais après leur mélange avec un peu de chaux ou de sel commun. La tourbe, la sciure, les copeaux de bois, la tannée, substances presque inertes par elles-mêmes deviennent d'excellents engrais quand on les a mélangés avec du fumier d'étable. En mêlant ensemble quelques espèces d'engrais, on développe en eux une action chimique qui double ou triple leur valeur. Le sel et la chaux, réunis dans les proportions d'une partie de l'un sur deux parties de l'autre, forment un compost au sein duquel il se développe une action chimique. La masse se gonfle, le sel est graduellement décomposé, et, dans l'espace de trois mois, le sel et la chaux disparaissent presque entièrement et sont remplacés par deux engrais excellents, la soude et le chlorure de chaux. Il est aussi des cas où le simple mélange de deux engrais bien connus, n'exerçant l'un sur l'autre aucune action chimique, produit des effets beaucoup plus appréciables que ceux de ces deux agents employés isolément. Un compost formé de sel et de suie possède une action vraiment extraordinaire.

A côté de ces remarques, nous devons cependant en présenter une autre. C'est que toutes les substances fertilisantes ne sauraient se prêter à de tels mélanges. Les herbes marines, usitées comme engrais dans les fermes situées sur le littoral de la mer, réussissent beaucoup mieux seules et à l'état de fraîcheur. Il en est de même de tous les engrais verts et de ceux qui, comme l'urine, contiennent de l'ammoniaque.

Il arrive quelquefois que les agriculteurs, sans faire attention à l'état de l'atmosphère et à l'effet des pluies sur les terres labourées, répandent les semences et le fumier après une forte rosée ou une pluie légère qui a seulement humecté la superficie du sol. Aussitôt que les rayons du soleil frappent ce sol, l'évaporation a lieu ; il se produit un degré de chaleur extraordinaire, et le grain, ramolli par l'humidité, se trouvant en contact avec l'engrais, en éprouve d'autant plus de dommage que la température est plus élevée. Les graminées qui ont été exposées à ce funeste inconvénient sont perdues en partie ; celles qui survivent sont languissantes et fournissent peu de fruits. Cet accident est connu sous le nom de *brûlure*.

Les mêmes inconvénients se manifestent si, quand le ciel est serein, l'on sème ensemble, dans un terrain aride et léger, la graine et le fumier imbibé d'urine ou des liquides provenant des égouts des étables.

La méthode de porter le fumier au milieu des champs quelque temps avant de s'en servir, et d'en former de petits tas qui ne sont garantis ni de la pluie, ni du soleil, est une pratique vicieuse contre laquelle nous ne saurions trop nous élever, si nous réfléchissons à l'influence que l'eau et l'oxygène de l'air, aidés de la chaleur, exercent sur la fermentation et sur l'émanation des gaz qui sont le résultat de son action. Il se produit dans cette circonstance une perte notable d'agents précieux pour la végétation, ce dont les agriculteurs peuvent se convaincre en examinant

comparativement le poids d'une masse déterminée de fumier d'étable, avant et après l'avoir tenue exposée à l'air libre pendant quelques mois.

Une autre faute non moins commune consiste à répandre trop tôt le fumier sur le sol, avant de semer, sans l'enterrer. C'est une habitude qu'il faut absolument proscrire, parce que, favorisant ainsi la dernière période de la fermentation, on s'expose à ce que les plantes ne soient pas suffisamment pourvues d'aliment quand elles arrivent à la dernière période de leur vie.

La tige et les feuilles des plantes nous fournissent de bonnes indications sur la manière de fumer les terres. Le chaume aride des graminées, leurs feuilles rares et denses, leur dessèchement à l'époque de la fructification, nous annoncent que ces végétaux tirent peu de nourriture au moyen de ces organes, tandis que les feuilles nombreuses, succulentes et longtemps vertes de certaines plantes, comme les légumineuses, sont capables de leur fournir la plus grande partie de l'élément dont elles ont besoin.

Il n'est pas moins important de savoir quelles modifications apportent dans l'application des fumiers les diverses sortes de racines qui, variables sous le rapport de leur structure organique, de leur forme, de leur longueur, etc., exigent de la part du cultivateur différentes précautions, selon qu'elles s'enfoncent plus ou moins profondément dans le sol, selon qu'elles sont traçantes et superficielles. La manière de fumer les graminées, par exemple, ne sau-

rait être employée pour beaucoup d'autres plantes à racines pivotantes. Tandis que celles-ci se contentent d'une modique quantité de fumier profondément enterré, les graminées, au contraire, en raison de la disposition et de la forme de leurs racines, demandent un engrais abondant, durable et superficiellement appliqué.

L'action des engrais n'est pas également favorable aux plantes à toutes les époques de leur vie. On s'est assuré que pendant la germination des graines elle pouvait même, dans quelques circonstances, leur porter préjudice. M. Carrodovi, voulant étudier ce point important de pratique agriculturale, prépara deux solutions séparées de fumier d'étable bien fermenté. L'une d'elles était beaucoup plus chargée que l'autre. Dans ces deux solutions il plaça plusieurs grains de froment et de vesce, et, pour avoir un terme de comparaison, il mit pareille quantité des mêmes semences macérer dans de l'eau pure. Les unes et les autres furent plantées dans le même terrain. Celle qui avait séjourné dans l'eau sursaturée des principes de l'engrais levèrent tardivement et sans vigueur ; celles qui étaient restées dans la solution légère de fumier ou dans l'eau levèrent et parvinrent à maturité. M. Carrodovi conclut de ces faits que les principes fertilisants du fumier, dans un trop grand état de concentration, ne sont pas favorables à la germination. On peut croire, dit-il, que l'économie végétale, entièrement occupée au développement du germe, ne cherche qu'à distendre le tissu organique

au sein duquel il est renfermé, et qu'il lui suffit pour cela d'avoir un fluide aqueux capable de ramollir la substance des graines. On conçoit, en effet, que des aliments trop matériels, trop grossiers, *trop indigestes* pour le fœtus encore si délicat, ne puissent, à cette époque, venir en aide à la nutrition.

Ces expériences ont été étendues à des graines de légumineuses, aux cucurbitacées et à quelques espèces potagères. On les a placées dans une solution aqueuse de fumier d'étable, épaissie en consistance de sirop. Après 60 heures d'immersion, cinq de chaque sorte en ont été retirées, nettoyées avec de l'eau et semées dans une terre de jardin médiocrement fertile. On a semé auprès d'elles un nombre égal de semences choisies parmi les mêmes espèces, mais non préparées comme les précédentes. Celles qui avaient séjourné dans l'eau de fumier étaient gonflées et imprégnées de ce liquide. Parmi les graminées, le *triticum hybernum* et le *secale cereale*, et, parmi les plantes potagères, le *brassica rapa*, le *brassica oleracea* et le *raphanus sativus* ont levé, mais tardivement. Toutes les légumineuses et quelques cucurbitacées, telles que le *cucurbita melo* et le *cucurbita pepo*, ont péri sans germer. L'embryon était détruit, les téguments de la graine étaient déchirés ; sa pulpe, qui avait perdu toute sa consistance, était de couleur brune et répandait une odeur fétide. Toutes les semences qui, au contraire, n'avaient pas été mises en macération dans l'eau de fumier, ont levé et fourni des plantes de bonne venue.

Il ne suffisait pas de connaître l'influence pernicieuse qu'exerce l'eau du fumier sur la germination des graines préparées comme nous venons de le dire; il fallait se rapprocher des conditions générales dans lesquelles on emploie les engrais, et confier, par conséquent, le fumier à la terre. Voici donc ce qu'on fit : au mois d'avril, on sema, dans un carré *de terre argileuse* convenablement préparée, de l'orge, du seigle, du froment et diverses espèces de légumes. Au lieu de recouvrir les semences avec la même terre, on répandit sur elle, au moyen d'un crible, une couche, épaisse d'un pouce, d'un mélange d'argile, de sable de rivière et de plâtras incorporés avec de la fiente de poule (poulaitte) à la dose d'un quart en poids de la masse terreuse. Quand il ne pleuvait pas, on avait soin d'arroser cette semaille en faisant tomber l'eau à travers une toile étendue sur le sol, afin de ne pas tourmenter la terre et d'éviter que les graines ne fussent mises à découvert. La germination a été plus tardive que de coutume, et le plus grand nombre des légumineuses a péri sans lever. La même expérience ayant été répétée dans les mêmes circonstances, mais dans un *terrain sablonneux*, aucune des graines n'a péri. Il faut l'attribuer à ce que l'eau chargée des principes solubles de l'engrais, filtrant promptement à travers ce terrain, ne pouvait nuire en aucune façon aux organes délicats de l'embryon.

Il demeure prouvé par les expériences précédentes que les engrais trop concentrés sont nuisibles à la germination des graines ; il importait de rechercher

s'ils produisaient les mêmes effets sur les plantes naissantes. Or, on a semé dans trois portions distinctes d'un terrain léger, mais tout-à-fait stérile, des graines de graminées, de légumineuses et de cucurbitacées. Aussitôt que les jeunes plantes ont commencé à se montrer sur le sol, le premier carré a été arrosé avec une infusion de fumier très consommé, le second avec des excréments humains liquides (gadoue), le troisième avec de l'eau de fontaine. Au bout de quinze jours, il était facile de voir que les plantes du premier carré étaient moins vigoureuses que dans le troisième. Dans le second, la végétation a été tardive et comme suspendue pendant quelque temps.

Une autre expérience a été conduite de la manière suivante : on a pris deux vases séparés ; l'un a été rempli d'excréments humains délayés avec de l'eau, l'autre d'extrait concentré de fumier consommé. Dans ces deux vases on a placé des graminées, des cucurbitacées et des légumineuses qui avaient environ quarante jours de croissance : les racines de chacune d'elles trempaient, seules, dans les liquides susdits. Afin d'avoir un terme de comparaison, on plaça dans de l'eau pure un nombre égal de plantes de même espèce. Les plantes dont les racines plongeaient dans l'excrément humain périrent quelques heures après ; celles qui trempaient dans l'eau de fumier vécurent seulement quelques jours ; celles qu'on avait immergées dans l'eau pure ont végété et vécu pendant longtemps. Il est fréquemment arrivé que des agriculteurs peu expérimentés ont fait périr de jeunes ar-

bres au pied desquels ils avaient accumulé une trop grande quantité d'excréments de poules ou de pigeons. Aussi devons-nous tenir pour certain que les engrais employés à trop grande dose sont nuisibles non-seulement aux graines pendant la germination, mais encore aux plantes très jeunes, qui semblent mieux s'accommoder à cette époque d'un aliment plus approprié à leur délicatesse : l'eau pure.

Mais quand les végétaux ont épuisé l'aliment que la semence-mère leur fournissait, quand ils sont parvenus à un certain degré de développement, ils deviennent plus exigeants, et, à mesure qu'ils prennent de la consistance, qu'ils approchent du terme de la floraison et qu'ils se disposent à la reproduction de nouvelles graines, le besoin d'une nourriture abondante se fait impérieusement sentir. Ce fait a la plus haute importance en agriculture, en ce sens qu'il implique la nécessité de fournir aux récoltes un engrais assez durable pour persister jusqu'à la maturité des graines.

Que se passe-t-il, en effet, quand les plantes semées dans un terrain tout-à-fait stérile parviennent à l'âge adulte? Ici encore l'expérience va nous l'apprendre. Des graines levées sur une terre de très mauvaise qualité et totalement privée d'engrais languiraient promptement, si l'on ne pourvoyait sur-le-champ à leurs besoins, soit en les transplantant dans un sol plus fertile, soit en engraissant celui auquel elles étaient confiées. Nous avons vu des plantes nées dans l'argile ou dans le sable siliceux offrir la même

vigueur que celles qui avaient été cultivées dans un terrain plus fertile, jusqu'à ce qu'elles fussent arrivées à l'âge adulte. Mais, à cette époque, elles devinrent languissantes, aucune d'elles ne parvint à épier, bien qu'elles n'eussent manqué ni d'arrosages, ni d'air, ni de lumière. Les racines des plantes venues dans le sable étaient nombreuses et composées de fibrilles longues et déliées, comme pour aller chercher au loin la nourriture qu'elles ne pouvaient se procurer à leur proximité.

Voici un fait : plusieurs plantes de vesces cultivées avec soin, mais sans aucune espèce d'engrais, dans un mélange de terre à potier et de sable de rivière, se sont assez bien portées, même pendant leur adolescence; mais, quand vint l'époque de la floraison, quelques-unes fleurirent tardivement, et, parmi le très petit nombre de fleurs qui parurent, celles-là seules qui se trouvaient placées sur la partie la plus basse donnèrent des fruits.

Un sol préparé artificiellement avec parties égales d'argile, de sable de rivière et de plâtras lavés à l'eau bouillante pour enlever le plus possible de matières solubles, se montra moins ingrat; car quelques plantes vigoureuses d'orge, de froment et de vesce qui avaient trente-cinq jours de croissance y ayant été transplantées, peu d'entre elles dépérirent. D'autres plantes de même espèce arrachées du même champ, au moment de la floraison, furent placées moitié dans un terrain préparé comme le précédent, moitié dans une terre de jardin médiocrement fertile;

ces dernières reprirent en grande partie, quoique les graminées eussent tous leurs nœuds. Les premières se desséchèrent totalement, malgré tous les soins qu'on leur donna. Mais quand on eut fumé le sol artificiel avec du fumier d'étable, les plantes supportèrent la transplantation et continuèrent leur accroissement.

Une autre preuve non moins convaincante de la nécessité des engrais pour la végétation des plantes adultes ressort des nombreux exemples que nous offre la surface du sol cultivé. Il suffit de se transporter sur les collines. Nous y rencontrons souvent des portions de champ où, indépendamment de l'exposition et de la constitution du sol, les graines de seigle, de vesce, d'avoine, etc., manquant de nourriture, ne rendent pas au cultivateur la semence employée, soit que les engrais aient été répandus avec trop de parcimomie ou maladroitement, soit qu'en raison de l'inclinaison du terrain ils aient été emportés par des pluies d'orage ou continues.

Des faits que nous venons d'énoncer on peut conclure que si les engrais trop concentrés sont nuisibles à la germination des graines et aux plantes encore très jeunes, ils sont, quand on les applique avec méthode, essentiels à l'entretien des plantes adultes et à la perfection des graines qu'elles fournissent.

CHAPITRE IX.

DES ENGRAIS DANS LEURS RAPPORTS AVEC DIFFÉRENTS SOLS.

Si tous les sols cultivés contenaient des proportions définies de matières terreuses, de silice, de carbonate de chaux, d'alumine, de sels et de matières organiques en décomposition; si ces proportions demeuraient constamment les mêmes et si elles étaient appropriées indistinctement à la nature et aux besoins de toutes les espèces de récoltes confiées à de tels sols, nous n'aurions pas besoin d'engrais. Mais il n'en est pas ainsi; nous sommes forcés d'ajouter à la terre, pour la rendre productive, les substances dont elle manque notablement ou dont elle a été privée par les végétaux qu'elle a déjà nourris. C'est dans le choix de ces substances et dans leur mode d'application que consiste l'art de fertiliser le sol; et comme tous les terrains ne sont pas également propres à l'imprégnation des principes fertilisants et à leur conservation, il est indispensable, pour diriger judicieusement l'emploi des engrais, de prendre en considération la nature du sol et son action sur les

engrais eux-mêmes. La connaissance de la composition intime des terres est si étroitement liée à l'appropriation des matières fertilisantes, qu'on peut la considérer comme une des plus importantes en économie rurale.

Selon que tel ou tel élément terreux abonde dans un sol, celui-ci présente des propriétés distinctes et caractéristiques. La terre siliceuse, par exemple, est insoluble dans l'eau. Ses parties n'ont aucune cohésion; poreuse et disgrégée, elle reçoit facilement l'humidité, mais elle ne la conserve pas. Les sols dans lesquels cette terre entre en proportion considérable sont dits sablonneux, légers et maigres.

La terre argileuse a des qualités tout-à-fait opposées; ses molécules ont entre elles une grande cohésion, et l'eau ne la pénètre qu'avec difficulté; mais elle la retient avec force. Par toutes ces raisons, les sols constitués principalement par l'argile sont nommés gras, froids et forts.

La terre calcaire est par elle-même légère et poreuse; elle attire facilement l'humidité de l'air qu'elle retient avec moins de force que l'argile; sa cohésion tient le milieu entre celle-ci et la terre siliceuse.

Cet abrégé fort raccourci des propriétés des terres suffit pour nous apprendre qu'aucune d'elles, isolément, ne réunit les qualités convenables à la végétation. Les terrains sabonneux trop légers, trop divisés, servent non-seulement de mauvais support à la plante; mais, en outre, leur propriété ne leur permet pas de retenir assez longtemps l'aliment qui

lui est nécessaire. Les terres argileuses sont bien propres à fixer solidement les plantes sur le sol et à conserver l'humidité ; mais, d'un autre côté, leur extrême compacité présente un grand obstacle au développement des premiers organes des plantes : la plumule et la radicule. La terre calcaire n'offre pas moins d'inconvénients ; avide d'humidité, elle se détrempe, s'agglutine, passe bientôt à un état opposé, se dessèche et n'offre plus qu'une excessive aridité.

De toutes les opérations agricoles, aucune n'exige autant d'attention et d'étude que l'application bien dirigée des engrais. En vain le laboureur se fatiguera à défoncer profondément le sol et le disposera à recevoir convenablement les fumiers, s'il ne prend en considération une réunion de circonstances desquelles dépendent souvent la disette ou l'abondance des récoltes. Il ne pourra jamais engraisser fructueusement ses terres, adapter judicieusement l'espèce d'engrais qui leur est propre, s'il ne tient compte, par exemple, de la composition variable du sol, de son exposition, de l'espèce de plantes qu'il va lui confier, du séjour plus ou moins long qu'elles doivent faire sur la terre, de la forme de leurs racines, de la structure des autres organes, et enfin de la saison et du climat.

Dans la fertilisation des terres, le premier but que l'on doive se proposer, c'est de corriger les défauts dont nous venons de parler. On y parvient par le marnage et les amendements ; la porosité et la légè-

reté des terrains sablonneux sont corrigées par l'emploi de la marne argileuse. La compacité des terres fortes, froides, grasses, argileuses, est avantageusement modifiée par l'interposition des sables siliceux, de la craie ou de la marne calcaire.

Maintenant que nous croyons avoir suffisamment démontré qu'un mélange heureux des divers principes terreux constitue la condition la plus importante pour que la végétation prospère, nous devons examiner les rapports réciproques qui lient intimement les sols aux engrais, afin d'en déduire une application opportune de ces derniers. Et si nous admettons en principe que chaque terrain participe des propriétés de l'élément terreux qui prédomine en lui, cette prédominance doit nécessairement nous servir de règle dans cette application.

La facilité avec laquelle les liquides s'infiltrent à travers les sols sablonneux nous conduit, pour fertiliser un tel sol, à préférer le fumier le plus difficilement décomposable, celui qui cède le plus lentement à l'eau ses principes solubles. Pour bien faire, il faut que les engrais séjournent longtemps dans un tel sol, qu'ils abandonnent leurs parties nutritives peu à peu, et pour ainsi dire à mesure que les plantes en ont besoin, afin que ces parties soient absorbées avant qu'elles n'aient eu le temps de s'échapper du terrain impropre à les retenir. Mais quels engrais offriront de tels avantages dans un sol qui, en raison de sa perméabilité à l'air et à l'eau, réunit précisément toutes les conditions favorables à leur prompte

dissipation? Les os broyés, les cornes râpées, les rognures de cuirs, etc., etc., seraient bien propres à remplir le but proposé; mais ils sont aussi rares que les sols sablonneux sont communs; et si nous considérons leur effet mécanique, qui consiste à diviser encore un terrain qui l'est déjà trop, nous comprenons facilement qu'ils ne peuvent ici nous être utiles. On doit également éviter, pour ces espèces de sols, l'emploi des engrais *chauds*, tels que l'urine, parce que, faciles à se décomposer, ils se disperseraient en pure perte.

L'engrais qui convient le mieux aux terres sablonneuses est le fumier d'étable. Ce n'est pas, toutefois, qu'il ne présente aussi quelques-uns des inconvénients que nous venons de signaler, surtout s'il est riche en matières animalisées, ou s'il est trop consommé. Dans ces deux cas, en effet, il est promptement dévoré par les terrains sablonneux, qui ne peuvent le conserver jusqu'au moment de la fructification, époque où les plantes ont plus besoin que jamais d'une nourriture abondante.

Lorsque la localité ne permet pas le marnage des terres sablonneuses, ce qui les rend beaucoup moins voraces, on doit chercher à maintenir en elles, le plus longtemps possible, les matières fertilisantes du fumier. On a proposé un moyen qui est tout-à-fait du domaine de la chimie : il consiste à fixer par le tannin les matières animales qui font partie des fumiers d'étable et des autres engrais composés. En effet, lorsque les matières animales que contiennent

les fumiers se trouvent en contact avec des écorces astringentes, comme celle du chêne, par exemple, le tannin renfermé dans ces écorces, s'unissant aux matières azotées, les rend insolubles, suspend ou ralentit leur fermentation, s'oppose à la dissipation trop prompte des principes nutritifs, qui sont alors conservés pendant assez de temps, même dans un sol poreux et léger, pour fournir aux plantes un aliment suffisant, à l'époque où elles en ont le plus grand besoin.

Voici quelques faits qui justifient les idées théoriques que nous venons d'émettre. La moitié d'un petit tas de fumier d'étable a été tannée avec de l'écorce de chêne; l'autre a été conservée, sans préparation, pour servir à une expérience comparative. Ces deux espèces d'engrais ont été répandues dans un jardin sur deux plate-bandes recouvertes d'une grande quantité de sable siliceux additionné d'un sixième de craie. Toutes les deux ont été ensemencées en froment très épais, afin d'épuiser la terre autant que possible. Avant la fructification, les chaumes n'ont offert aucune différence; mais, dans la portion de terrains fumés avec l'engrais tanné, le froment a porté plus de fruits. Quand les chaumes ont été arrachés, on a pris sur chaque plate-bande, et à une profondeur moyenne, une égale quantité de terre. Celle qui avait été engraissée avec le fumier tanné avait retenu beaucoup de matière extractive; l'autre, au contraire, épuisée, ne donnait que quelques vestiges du fumier employé.

Une certaine quantité d'excréments humains, mêlés avec de l'urine récente, ayant été traitée par une forte solution de noix de galle, il en est résulté un composé capable de résister à l'invasion de la fermentation, et qu'on a pu employer sans crainte dans un sol sablonneux et léger. Nous avons réussi à faire prospérer quelques légumineuses semées dans une terre à laquelle ce composé avait été ajouté, bien que leurs racines eussent été mises en contact immédiat avec lui, tandis qu'avec des excréments purs, employés de la même manière, l'effet a été tout opposé.

La propriété que possèdent les terrains argileux de conserver les engrais pendant longtemps nous indique qu'il faut employer pour eux des fumiers déjà divisés, dont les particules ont été atténuées, soit par une action mécanique, soit par le fait d'une fermentation plus complète. Un sol dur, tenace et froid, qui ne peut être préalablement corrigé par le marnage, exige des fumiers facilement décomposables et divisés. L'emploi des vidanges mêlées avec des plâtras séchés et pulvérisés, celui des poudrettes, des excréments de chèvre ou de brebis, des os moulus, etc., est favorable à de tels terrains ; car, en même temps que tous ces corps leur transmettent une certaine quantité de principes fécondants, ils leur communiquent encore une fertilité mécanique, en s'interposant entre les molécules argileux dont ils diminuent la cohérence et l'excessive compacité.

— Les engrais végétaux qui se présentent dans ce

grand état de division, tels que les semences des céréales et des légumineuses a variées, les balayures, les rafles de raisin, les marcs d'olives, le terreau des bois, la terre des nitriers, les résidus de savonneries, les dépôts des égouts, des mares, etc., sont également applicables à de tels sols.

On emploie également avec avantage, dans les terrains argileux où l'on cultive le poirier et l'olivier, les cuirs, les chiffons de laine, les rognures de cornes, d'ongles, la bourre de laine, les poils, les plumes, qui agissent mécaniquement et chimiquement sur les fonds argileux. En interposant des débris végétaux et du charbon de bois dans une terre tout-à-fait argileuse, on est parvenu à faire prospérer des légumineuses qui, avant cela, n'avaient pu s'y développer à cause de l'obstacle que la cohérence et la ténacité des particules terreuses apportait soit au développement des cotylédons, soit à l'extension des racines.

Après avoir mis en parallèle les qualités opposées des terres argileuses et des terres siliceuses, il est nécessaire de rechercher quelle espèce d'engrais convient le mieux au sol calcaire qui possède des qualités moyennes entre les deux premiers.

Le sol calcaire, plus qu'aucun autre, réclame l'attention du chimiste à propos de l'application des engrais. L'affinité qu'il a pour divers acides libres ou combinés mérite ici quelques considérations ; car c'est d'elle que découlent certaines règles dont on ne peut s'écarter dans l'application des engrais à cette

espèce de terre sans s'exposer à de graves inconvénients.

La craie, qui constitue l'élément principal de ce genre de sol, a le double avantage d'absorber les acides libres qui se produisent pendant la fermentation des fumiers, et de protéger les racines encore tendres contre l'action de ces substances nuisibles. Cette craie se dépouille en même temps d'un principe éminemment fécondant, l'acide carbonique gazeux, que la plante consomme à son profit, soit à l'aide de ses racines, soit à l'aide de ses feuilles. Ajoutons enfin que si la chaux abandonne l'acide carbonique pour se combiner avec un autre acide, elle ne reste pas longtemps à cet état, parce qu'au moyen de l'oxygène de l'air, aidé du concours d'autres circonstances, elle revient petit à petit à son premier état de carbonate calcaire, et se trouve de nouveau dans le cas de fournir de l'acide carbonique, aliment dont les plantes sont avides, et qu'elles décomposent, afin de s'approprier le carbone qu'il contient, aussitôt qu'elles sont frappées par les rayons solaires.

Mais, dans tous les sols calcaires, la chaux ne se trouve pas à l'état de carbonate. Dans les plus légers, ceux qu'on appelle brûlés, par exemple, elle y est combinée avec l'acide sulfurique, et forme le gypse ou sulfate de chaux. Le sol gypseux est très répandu dans quelques contrées de la France, surtout aux environs de Paris et dans plusieurs départements du nord. Quoique la chaux sulfatée ne possède pas les

prérogatives de la chaux carbonatée, elle est néanmoins très propice à la végétation, lorsqu'on sait appliquer au sol les engrais qui lui conviennent. L'expérience avait depuis longtemps démontré que le charbon, appliqué à des terrains gypseux, était un excellent moyen de fertilisation ; mais, avant que la chimie ne fût venue en aide au cultivateur, il était impossible de se rendre compte de cette action. On ne peut, en effet, donner une explication satisfaisante des bons effets du charbon ajouté au gypse qu'en admettant que le carbone qui se trouve en contact avec le sulfate de chaux décompose peu à peu l'acide sulfurique dont l'oxygène se porte sur le charbon pour donner lieu à la formation d'acide carbonique, gaz si favorable à la végétation.

En Picardie, dans la Flandre française et dans plusieurs provinces de la Belgique, on est dans l'usage de fertiliser les terres pour les semailles d'automne ou du printemps avec une espèce d'engrais qu'on nomme *cendre noire,* et qui n'est autre chose que de la tourbe brûlée de façon qu'une partie ne soit que carbonée. On mêle cette cendre noire avec des substances terreuses ou avec du gypse, si déjà le sol n'en contient pas en excès, puis on la répand sur les terres labourées. C'est un excellent engrais pour le trèfle ; on choisit, pour l'appliquer, le moment où le temps se dispose à la pluie.

Les cultivateurs instruits n'emploient jamais les fumiers chauds dans un terrain friable et brûlant comme le sol calcaire, parce que ces engrais ne font

qu'exciter une végétation trop luxuriante aux dépens du fruit, si même il n'arrive pas qu'ils exercent sur les semences une action plus nuisible. On doit préférer pour ce sol calcaire les fumiers d'étable peu consommés. Les plantes enterrées en vert, qui maintiennent pendant plus ou moins longtemps sa fertilité, lui conviennent très bien. Il en est de même des boues, des tourbes, du limon des marais, des terres extraites des fossés, des mares, des viviers où l'eau, séjournant tranquillement, dépose des parties alumineuses et beaucoup de principes extractifs provenant des êtres organisés.

Il ne suffit pas de tenir compte de la constitution physique du sol, de la plus ou moins grande fertilité et de la qualité des fumiers qu'on lui destine, il faut encore faire attention à la durée du temps que la plante emploie pour parvenir à maturité parfaite, afin de calculer, d'après cela, la quantité d'engrais qu'il convient d'employer. Le séjour que les céréales semées en automne font sur le sol est ordinairement de 7 à 8 mois. Or, ne perdons pas de vue que pour elles, comme pour toutes les plantes, le besoin d'aliments augmente à mesure qu'elles avancent en âge, si bien que la nourriture, qui peut être presque nulle au commencement du développement de la plante, doit être très abondante à l'époque de la nutrition du fruit. On arrive à ce résultat en employant une quantité d'engrais d'autant plus considérable que le sol est moins fertile et qu'il le conserve plus difficilement.

CHAPITRE X.

DANS QUEL ÉTAT DOIT-ON APPLIQUER LES ENGRAIS AU SOL?

On ne saurait déterminer dans quel état on doit appliquer les engrais au sol, c'est-à-dire à l'état d'intégrité et récents, ou plus ou moins consommés et décomposés par l'acte de la fermentation, sans avoir égard à des considérations importantes prises dans la nature des engrais eux-mêmes et dans la composition du terrain.

L'application des engrais frais et intacts a été vantée, même dans les temps anciens, par quelques agronomes italiens. Depuis lors, Humphry-Davy l'a recommandée. Il allègue avec raison, en faveur de son opinion, que la plus grande partie des principes fertilisants des engrais se dissipe en pure perte, toutes les fois qu'avant leur emploi ils ont passé par divers degrés de putréfaction. En effet, les fumiers très fermentés perdent environ 25 p. 100 de leur volume; et comme les gaz qui s'en dégagent consistent principalement en hydrogène carboné, en acide carbonique et en ammoniaque, aliments essentielle-

ment favorables aux plantes, on doit nécessairement en conclure qu'il y a de graves inconvénients à laisser les fumiers se consommer et pourrir. Un écrivain qu'ont rendu célèbre de grands travaux d'économie agricole, M. de Gasparin, a fait des expériences qui confirment l'opinion que nous soutenons ici. Il y a, dit-il, une illusion complète de la part des cultivateurs, qui, trompés par l'apparence d'homogénéité du fumier consommé, pensent qu'il a acquis une plus grande valeur ; par la fermentation avancée, il a perdu plus de la moitié de sa masse, plus de la moitié de ses principes solubles et les deux tiers de son azote. Schmulz et Pictet se montrent aussi très partisans des fumiers frais. M. le maréchal Bugeaud dit avec raison que le fumier perd en six mois la moitié de ses facultés fertilisantes, tandis qu'employé immédiatement, à l'état frais, à créer une végétation progressive, il peut être multiplié par lui-même dans ces six mois. En effet, les plantes qu'il a produites rendent plus de principes qu'elles n'en ont tiré de l'engrais, puisqu'elles se nourrisssnt aussi des gaz de l'atmosphère. Enfin, si ce sont des plantes fourragères ou des racines, elles produisent encore du croît de bétail, et par conséquent plus de profit.

La principale cause pour laquelle on a supposé les fumiers impropres à la fertilisation des terres, s'ils n'avaient éprouvé divers degrés de putréfaction, repose sur l'aveugle croyance que la fermentation est nécessaire pour opérer la solubilité des débris végétaux qui constituent les engrais. Gazzeri, combattant la

fausseté de cette doctrine, fait observer que s'il en était ainsi, les fumiers devraient être entièrement convertis en particules solubles, au moment où la fermentation est complète. D'abord, rien de plus arbitraire que de supposer que la solubilité des engrais augmente proportionnellement aux progrès de la putréfaction; mais outre qu'on n'arrive pas, à l'aide de la fermentation prolongée, au but qu'on se propose, on cherche une chose qui n'est pas nécessaire, et en la cherchant inutilement on éprouve une perte réelle de principes fécondants. En effet, tandis que l'on essaie de rendre solubles des substances qui ne le sont pas, déjà celles qui le sont se décomposent et s'exhalent sous forme de gaz et de vapeur.

Pour peu que l'on fasse attention aux phénomènes qui accompagnent la décomposition des matières organiques, il est facile de se rendre compte de la perte de principes fécondants qui s'opère dans la masse des fumiers. Dès que les corps organisés sont privés de la vie, ils abandonnent une partie des principes qui les constituent. Exposés à l'action de l'oxygène et de l'humidité, ils ne tardent pas à passer, à la faveur d'une température modérée, par une série de décompositions d'autant plus marquées et plus promptes qu'ils sont plus riches en substance azotée et qu'ils sont réunis en plus grande masse. Sous l'influence de ces circonstances réunies, les éléments des corps organisés, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, etc., se séparent de la masse en fermentation, entrent en diverses combinaisons et donnent

lieu à une formation d'ammoniaque, d'acide carbonique, d'eau, d'hydrogène carboné, sulfuré et phosphoré qui, sous forme de fluides élastiques, se disséminent dans l'atmosphère. Mais arrivons aux faits : M. Kœrte s'est assuré par l'expérience que 100 volumes de fumier frais se réduisent au bout

De 80 jours	à 73,3	du volume primitif, ce qui constitue une perte de. . .	26,7
— 254	64,3		35,7
— 384	62,5		37,5
— 393	47,2		52,8

Tuddei avait obtenu des résultats analogues. Il fit dessécher, à une température de 60° centigrades, une quantité déterminée de colombine, d'excréments humains, de brebis et de vaches, tous séparément et le plus divisés qu'il fut possible. Après avoir recherché quelle était la proportion de la matière solide contenue dans chacun de ces excréments à l'état naturel, il prit une pareille quantité de chaque espèce qu'il délaya dans de l'eau et qu'il plaça dans quatre vases distincts qu'il couvrit, mais sans les mettre à l'abri du contact de l'air, afin d'examiner ensuite quelle perte chacun aurait supportée, après une fermentation soutenue pendant trois mois entiers : mai, juin et juillet. De temps en temps il fut obligé d'ajouter soit à l'un, soit à l'autre, une petite quantité d'eau de fontaine, toutes les fois qu'il put penser que ce liquide était nécessaire à la fermentation.

Le 1er août, il examina le résidu desséché des

quatre excréments ; il vit alors que la matière solide de chacun de ces excréments avait été remarquablement réduite par la fermentation, et qu'elle était, comparativement à la substance solide contenue dans les excréments à l'état naturel, dans le rapport suivant :

Colombine.	54,00 à 23,50
Excréments humains.	25,00 à 12,50
— de brebis.	39,27 à 27,00
— de vaches.	22,12 à 17,80

La perte que nous venons d'indiquer est encore plus sensible et plus importante quand les fumiers sont plus composés, surtout lorsque l'urine fait partie de ces composants.

Éminemment putrescible par elle-même, non-seulement elle excite la putréfaction des matières avec lesquelles elle se trouve en contact, mais elle accélère tellement la marche de la fermentation qu'elles sont promptement réduites à l'état de terreau aride. Les fumiers d'étable se trouvent précisément dans ce cas, surtout lorsque les agriculteurs, non contents de les placer dans les circonstances les plus favorables à une décomposition progressive, s'efforcent de rendre cette fermentation plus tumultueuse et plus rapide en arrosant la masse avec de l'urine et des vidanges.

La perte que détermine la fermentation varie selon la nature des engrais. Si, par exemple, après avoir composé deux espèces différentes de fumier, l'un avec un mélange de matières fécales de l'homme, de paille

hachée et d'urine, l'autre avec de la fiente de vache et de la paille, on expose ces deux mélanges à la putréfaction, il est facile de s'assurer que la perte des principes fertilisants comparée à celle du fumier de brebis est plus considérable dans celui d'excréments humains, et moindre dans celui de vache. Ainsi se trouve fondée sur l'expérience l'opinion des agriculteurs qui regardent le fumier de vache comme le plus froid, et celui de cheval comme doué de qualités moyennes entre celui de brebis et celui de bœuf.

On aurait tort d'attribuer la cause de ces différences à ce que la nourriture qu'on donne communément aux chevaux est plus substantielle que celle qu'on donne aux vaches; car les excréments de ces animaux conservent plus ou moins leurs propriétés, soit que les bœufs aient été nourris avec de l'avoine ou d'autres grains, soit que les chevaux ne paissent que de l'herbe ou ne mangent que de la paille. Les modifications que la rumination peut apporter dans les produits de la digestion n'influent en aucune manière sur la différence d'animalisation qu'on remarque entre les matières excrémentitielles des bœufs et celles des chevaux, puisque les brebis, les chèvres, les lapins et d'autres ruminants rendent des excréments plus animalisés et plus chauds, non-seulement que ceux des bœufs, mais encore que ceux des chevaux. Si nous appelons sur ces faits l'attention des agronomes, ce n'est point assurément pour soulever des questions de science, mais pour leur faire sentir au contraire qu'ils ont un intérêt réel à distinguer pratique-

ment les fumiers, suivant l'ordre de leur décomposition plus ou moins facile, afin d'en faire une application convenable aux diverses qualités du sol et aux plantes.

Il est évident que la fermentation prolongée des fumiers entraîne une perte considérable de principes fécondants; mais ses inconvénients ne s'arrêtent point là. Nous devons d'abord ajouter que la fécondité que procurent les fumiers trop consommés est précaire ou, pour mieux dire, de courte durée; puis ils ne possèdent pas, comme les fumiers récents, la propriété de tenir la terre soulevée autour des racines et de favoriser, par conséquent, l'accès de l'air jusque vers elles.

M. Davy a examiné les gaz qu'exhale le fumier d'étable récent, abandonné à la fermentation putride dans une cornue. Il les a trouvés composés d'acide carbonique, d'hydrogène carboné, d'azote; voulant connaître quelle serait l'influence de ces gaz sur la végétation, il dirigea le bec de la cornue sur des racines de gazon; il le vit en moins d'une semaine végéter avec une vigueur extrêmement remarquable. Si nous supposons qu'à l'exemple du chimiste que nous venons de citer, on puisse utiliser au bénéfice de la végétation cette immense quantité de fluides gazeux et de vapeurs qui, s'échappant d'une masse de fumier en fermentation, la réduisent communément de 25 p. 100, nous devons nous demander combien gagnerait le cultivateur qui saurait prévenir cette perte et en profiter.

La fermentation, considérée chimiquement, n'est autre chose, à la vérité, qu'un procédé de décarbonisation de substances organiques privées de la vie; mais la perte des autres principes qui constituent ces substances, hydrogène, oxygène et azote, est si considérable que le carbone l'emporte encore sur eux après la putréfaction, et que le résidu est toujours charbonneux. L'énorme quantité de carbone que retient le terreau ou humus végétal, produit de la décomposition lente des végétaux, nous donne une juste idée de la quantité réelle des autres éléments qui se trouvaient primitivement combinés avec le carbone pour concourir à la formation des matières organiques, avant que la putréfaction ne les eût disgrégées, dispersées et détruites. Veut-on avoir une appréciation exacte de la perte de matières nutritives occasionnée par la fermentation dans les fumiers, il suffit d'en incinérer deux portions, l'une dans l'état d'intégrité ou de fermentation peu avancée, l'autre à l'état de fumier *consommé, passé :* on reconnaîtra que le résidu fourni par l'incinération de ce dernier donne trois fois plus de principes minéraux (phosphates calcaires et autres sels fixes, silice, etc.) que le fumier récent.

Les partisans de la fermentation très avancée soutiennent que l'économie de principes fécondants que peut donner l'emploi des fumiers récents est une trop faible compensation des maux qu'ils causent. Suivant eux, ils infectent les récoltes de mauvaises graines, ou portent avec eux la *rouille* et le *charbon*.

Nous ne saurions reproduire de telles assertions sans affirmer qu'elles sont entachées d'exagération. Outre que la rouille et le charbon nous paraissent dus à de mauvaises influences atmosphériques, bien plus qu'aux qualités de tels ou tels fumiers, nous pouvons affirmer que les fumiers d'étable peu fermentés, loin de porter avec eux les germes de ces maladies, doivent au contraire les prévenir, toutes les fois que la paille et les matières urineuses et stercorales qui constituent les fumiers sont bien mêlées. En effet, à quelle cause attribuer la rouille qui dans plusieurs années couvre les chaumes du seigle et du froment, bien que ces céréales aient été fumées avec des fumiers qui ne contenaient point de paille ?

Quant à l'objection qui porte sur la quantité de graines étrangères que le fumier non fermenté introduit dans les récoltes, c'est là un inconvénient bien facile à faire disparaître, puisqu'il suffit, pour détruire ce principe de sève dans les semences et les empêcher de germer dans les champs, d'arroser les litières avec les urines et les égouts des écuries.

Nous disions avec raison que l'heureuse application des engrais se déduisait non-seulement de considérations tirées des engrais eux-mêmes, mais encore de la nature du sol. Dans les sols où la craie domine, par exemple, on peut employer utilement les engrais urineux et stercoraux frais, parce que la terre calcaire, se combinant avec ces matières animales, les retient et empêche la formation d'ammoniaque ; ou, si elle donne lieu au dégagement de cette

ammoniaque, comme il arrive dans le cas où on emploie ces engrais animaux déjà fermentés, ce dégagement se fait sous forme de carbonate, et si lentement qu'il ne compromet pas la végétation.

L'expérience suivante vient démontrer qu'on peut, avec le secours de la chaux, employer avantageusement les engrais stercoro-urineux. On a semé, en novembre, de l'orge, du froment, des vesces, des fèves et des citrouilles dans plusieurs grands vases remplis de terre un peu argileuse, mélangée de chaux éteinte, dans la proportion d'une livre par chaque brasse carrée. Quand les plantes furent parvenues à l'âge adulte, on les traita de la manière suivante : après avoir choisi huit plants des plus vigoureux d'orge et de froment, on répandit au pied de chacun d'eux une égale quantité d'excrément humain frais, délayé dans de l'urine également récente. La même application fut répétée pendant huit jours. En même temps et durant le même nombre de jours, on a jeté aux pieds de huit légumineuses choisies une égale mesure d'égout d'étable. Ce liquide était composé d'urine de chèvre, tenant en suspension des excréments, sans mélange de substance végétale ; on le remuait tous les jours et on le délayait dans une quantité d'eau plus ou moins grande pour l'amener à 100° de densité. D'un autre côté, quatre cucurbitacées ont été traitées, chaque jour, par une once de fiente de poule (poulaitte, poulaine), incorporée avec trois fois son poids de terre, de façon à la mettre en contact immédiat avec les racines, et mêlée avec deux

onces d'urine étendue dans huit onces d'eau. Toutes ces plantes, garanties de la pluie, étaient arrosées le matin ; chaque graminée recevait une demi-once d'eau ; les légumineuses et les citrouilles en recevaient deux onces. Aucune d'elles n'a péri ; toutes au contraire ont prospéré, se sont chargées de fruits, laissant dans le sol une assez grande quantité d'engrais. Si l'on rapproche ces faits de ceux que nous avons cités en parlant de l'action des engrais sur les plantes à différents âges (page 133), on reconnaîtra que la chaux a servi, dans l'expérience actuelle, à modifier heureusement l'influence qu'exercent sur les plantes les engrais stercoraux trop concentrés ; d'où nous devons conclure, après les explications que nous avons données, que, sur un sol calcaire, l'emploi des matières excrémentitielles, loin de nuire aux récoltes, exerce sur elles une influence bienfaisante.

Les sols légers, siliceux, qui se laissent facilement pénétrer par l'eau, se prêtent aussi à l'emploi des fumiers stercoro-urineux. On a semé du froment, de l'orge et des lentilles dans un terrain de moyenne qualité, rendu plus léger par une addition de sable de rivière. A peine ces plantes ont-elles paru à la surface du sol, qu'on les a arrosées avec des excréments de bœuf et de cheval réduits en bouillie au moyen d'une quantité suffisante d'eau. Elles ont crû avec une vigueur presque égale à celle d'autres plantes de même espèce semées dans du terreau des bois.

Il faut donc, nous le comprenons, prendre quelques précautions pour appliquer au sol les engrais stercoro-urineux. Tout à l'heure nous avons vu leur action modifiée par la chaux; maintenant nous la voyons modifiée par la seule porosité du sol. A l'aide de ces précautions, on peut tirer un grand avantage de la poulaitte et de la colombine, engrais d'une extrême puissance, mais dont il faut nécessairement corriger la force avec de l'eau, parce que seuls ils brûlent et détruisent tout ce qu'ils touchent. Cette propriété a fait dire judicieusement au célèbre Olivier de Serres que l'automne et l'hiver étaient les deux saisons les plus favorables à leur emploi, tandis qu'au printemps il est au moins suspect, à cause de la rareté des pluies et de la proximité de l'été. Cette même énergie des engrais stercoro-urineux s'oppose encore à ce qu'on les applique au sol en même temps que les graines, si ce n'est à très petites doses et corrigés soit par la terre arable, les cendres de tourbe, l'eau, etc., etc., car si ces graines se trouvent mal (page 134) du fumier d'étable concentré, elles seront encore plus maltraitées par l'urine, la poulaitte ou la colombine. Il a été impossible de faire germer aucune graine de graminées ou de légumineuses semées dans un sol de jardin parfaitement ameubli et recouvertes d'une couche de 8 ou 10 lignes d'épaisseur de la même terre préalablement immergée dans l'urine et séchée au soleil.

Il est encore d'autres engrais qu'on peut employer avantageusement et sans qu'ils aient subi de

fermentation préalable. Telles sont les parties molles des animaux. C'est un fait reconnu, par exemple, que les arbres au pied desquels on enfouit des cadavres d'animaux végètent avec une grande vigueur. Toutefois, il est bon que ces corps en putréfaction ne soient pas en contact trop immédiat avec les racines. Les dépouilles et les nymphes des vers à soie, les égoutures des tueries, dont le chanvre, le maïs, les pommes de terre et plusieurs espèces potagères se trouvent si bien, doivent également être appliquées avant la fermentation.

Les considérations théoriques dans lesquelles nous sommes entré, et les faits pratiques que nous avons énoncés, nous conduisent naturellement à la conclusion suivante : *Pour retirer des fumiers le plus de profit possible, il faut, dans la généralité des cas, les employer récents,* ou du moins à un état de fermentation peu avancée, ce qu'on obtient en évitant que la chaleur de la masse en putréfaction ne s'élève au-dessus de 28 à 29 degrés.

CHAPITRE XI.

EXCRÉMENTS DE L'HOMME.

Les excréments de l'homme se composent de parties molles, demi-solides (fèces), et de parties liquides (urines). A l'état mou, les excréments sont connus sous le nom de *gadoue;* desséchés et réduits à l'état pulvérulent, on les nomme *poudrette*, engrais fort actif et fort employé par les fermiers des environs de Paris et de la plupart des grandes villes.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'analyse chimique des excréments de l'homme pour être convaincu tout aussitôt de l'énergie de leur action fertilisante, car les matières animales, très décomposables, qui les constituent, les sels d'ammoniaque, le phosphate de chaux, le carbonate de soude, etc., sont par eux-mêmes d'excellents engrais. Voici cette analyse :

Eau.	73,3
Résidu de matières animales et végétales	7,0
Bile.	0,9
Albumine.	0,9
Matière extractive particulière.	2,7
Sels.	1,2
Matière muqueuse et résidu insoluble. . .	14,0
	100,0

Pendant longtemps l'emploi des matières fécales comme engrais a été l'objet de préjugés, et l'on trouve même encore des cultivateurs assez peu éclairés pour croire qu'elles communiquent un mauvais goût aux végétaux; d'autres leur reprochent de brûler les récoltes, et quelques-uns enfin soutiennent qu'elles épuisent le sol auquel elles ont été appliquées. Il est vrai que l'excrément humain employé en trop grande quantité brûle et dessèche les jeunes plantes. Mais ce n'est point là une objection sérieuse, si l'on songe que pour faire disparaître l'inconvénient dont il est question il suffit d'étendre ces matières fécales en les mélangeant avec d'autres corps qui modèrent leur action. Quant aux deux autres raisons qu'on a fait valoir pour en prohiber l'emploi, elles reposent sur des erreurs si grossières que nous ne voulons pas nous y arrêter.

Partout où l'agriculture est le plus avancée, en Chine, en Belgique, dans la Flandre française, l'excrément humain est recueilli avec le plus grand soin, et l'on ne conçoit pas qu'après tous les résultats favorables qui ont suivi son emploi, et les expériences qui mettent en relief ses vertus fertilisantes, on ne conçoit pas, dis-je, qu'il y ait des villes où les matières fécales soient tout-à-fait négligées.

La valeur comparative des excréments de l'homme, employés comme engrais, a été l'objet d'études sérieuses et prolongées de la part des savants les plus distingués, réunis aux agriculteurs praticiens les plus habiles. Schubler, l'un des écrivains économistes

dont les œuvres sont devenues populaires en Allemagne, a traité cette question sous toutes les formes, afin d'éviter les erreurs possibles. Il est arrivé à construire une table de comparaison d'où j'extrais les faits suivants : si une terre ensemencée, sans engrais, donne trois fois la semence employée, la même superficie de terre produit :

Cinq fois la semence. . . .	si elle est fumée avec des herbes sèches, des feuilles, du gazon de jardin, du foin pourri.
Sept fois la semence. . . .	avec le fumier de vache.
Neuf fois la semence. . . .	avec la colombine (fiente de pigeon).
Dix fois la semence.	avec la fiente de cheval.
Douze fois la semence. . . .	avec l'urine humaine.
Douze fois la semence. . . .	avec la fiente de chèvre.
Douze fois la semence. . . .	avec la fiente de brebis.
Quatorze fois la semence. .	avec les excréments humains ou le sang de bœuf.

On s'est également assuré que le lin, plus qu'aucune autre récolte, s'accommodait de l'engrais humain, et qu'il poussait abondamment et de la première finesse sur les terres où cet engrais avait été répandu. Des renseignements puisés à diverses sources nous ont appris que là où la terre fumée avec les excréments humains avait produit quatorze fois la semence (la même terre, fumée avec la fiente de cheval, ne produit que dix fois la semence), la quantité de fumier humain employée était à celle du fumier d'étable comme un est à cinq ; de sorte qu'avec une

partie du premier on obtient plus qu'avec cinq parties du second.

Arthur Young a consigné dans les Annales d'agriculture d'Angleterre des faits pratiques qui révèlent la puissante action de l'engrais humain. Il a, dit-il, semé en blé des portions égales d'un même sol, afin d'étudier les effets de cet engrais comparativement à ceux que produisent d'autres matières fertilisantes.

Un acre de ce sol non fumé produisait	12 boiss. 1/2 de blé.
— fumé avec 320 boisseaux de matières fécales. . . .	37 boisseaux 1/2
— — avec 240 boisseaux. .	32 boisseaux 1/2
— — avec 160 boisseaux. .	31 boisseaux 1/4
— — avec 60 mètres cubes de fumier de ferme. . .	25 boisseaux
— — avec 30 *id. id.* . . .	23 boisseaux 3/4
— — avec 1 mètre cube de craie.	25 boisseaux.

L'engrais humain n'est pas moins favorable aux pommes de terre qu'au blé ; cette conclusion ressort du tableau suivant. Un même sol non fumé d'une part, et traité, d'autre part, par diverses espèces d'engrais, a donné par acre :

Sol simple non fumé.	120 boiss. pommes de terre.
— fumé avec 10 voitures d'engrais humain, contenant chacune 96 boisseaux.	600 boisseaux.
— — avec 6 voitures.	650 —

Sol fumé	avec 2 voitures.	500	boisseaux.
— —	avec 10 voitures d'os broyés. . .	650	—
— —	avec 6 voitures.	640	—
— —	avec 2 voitures.	560	—
— —	avec 60 charges à cheval de fiente de porc.	480	—
— —	avec 30.	480	—
— —	avec 60 charges à cheval de fumier de ferme.	300	—
— —	avec 120.	480	—
— —	avec 30.	140	—

Dans ces expériences, la quantité de chaque engrais a été excessive, mais elle n'indique pas moins la valeur comparative de chacun d'eux.

En France, les matières fécales ne sont employées à l'état frais que dans les contrées voisines de la Belgique. On les délaie avec de l'eau pour la répandre sur les champs. En Chine, en Italie, en Hollande et en Alsace, on les utilise de la même manière et avec le plus grand succès. Les fermiers construisent, dans le voisinage de leurs champs, d'énormes citernes où ils déposent les vidanges recueillies dans les villes les plus rapprochées; ils les laissent fermenter pendant quelques mois et, parfois, ils y ajoutent des matières qui déjà par elles-mêmes jouissent de propriétés fertilisantes; telles sont, par exemple, les tourteaux de graines de colza. Ainsi préparées, les matières fécales humaines constituent l'*engrais flamand*, vulgairement nommé *courte-graisse* par les habitants du pays. Un hectolitre de cet engrais équivaut environ à 250 ou 260 kilogrammes de fumier de cheval.

Lorsqu'on répand cet engrais au moment de l'ensemencement, on se sert d'un tonneau monté sur une voiture disposée, pour l'écoulement, de la même façon que les tonneaux d'arrosage employés à Paris. Peu importe alors que les graines soient piétinées par les chevaux employés au charriage de cette voiture d'arrosage ; mais si l'on applique l'engrais sur des récoltes déjà poussées, que le passage des chevaux et de la voiture ne manqueraient pas d'endommager, on a recours à des moyens plus longs, sans doute, mais qui n'ont pas l'inconvénient dont nous parlons. Tantôt, par exemple, on se sert d'une simple brouette sur laquelle est ajusté un tonneau muni d'un robinet dont on divise le jet le plus possible, afin de favoriser la dispersion du liquide sur une plus grande surface ; tantôt un homme porte sur son dos, comme une hotte, le tonneau d'arrosement. Près de son fond, se trouve un long tuyau distributeur qui vient passer sous le bras droit du porteur ; à l'extrémité de ce tuyau existe un robinet qui s'ouvre et se ferme à volonté, comme ceux qu'on voit aux fontaines des marchands qui débitent du *coco* sur la voie publique. Ce petit appareil permet de verser directement l'engrais sur les racines et pour ainsi dire au pied de chaque plante ; mais il ne peut servir qu'autant qu'on agit sur une petite étendue de terrain.

Veut-on, au contraire, appliquer l'engrais liquide sur une grande superficie, on le transporte sur le lieu même dans de grands cuviers d'où on le prend

à l'aide d'une pelle creuse (écope), pour le jeter au loin en formant l'éventail.

Le colza, le lin, le tabac, les carottes et toutes les céréales se trouvent fort bien de l'engrais flamand; mais il faut cependant prendre quelques précautions dans son application à ces dernières. Ainsi, dans les terres humides, le blé est sujet à verser si la quantité d'engrais employé a été trop considérable. Puis, lorsqu'on applique cet engrais en même temps que la semence, il est nécessaire de tasser les graines dans la terre à l'aide du rouleau, afin de les garantir de l'action trop énergique de l'engrais. C'est ici le lieu de rappeler les préceptes d'Olivier de Serres, qui recommande de se défier de l'usage des engrais stercoro-urineux dans la saison où les pluies deviennent rares et où la chaleur, agissant sur ces sortes d'engrais, détermine un dégagement d'ammoniaque si considérable et si brusque que les végétaux doivent en souffrir.

Aux environs de Lille, un tonneau d'engrais flamand coûte environ 30 centimes d'achat, auxquels il faut ajouter 30 centimes de transport et 60 centimes d'emploi; il contient 125 kilogrammes de matière et couvre, répandu à l'écope ou par le tonneau d'arrosement, un cercle de 7 mètres de rayon. Une citerne ordinaire de ce pays a une capacité de 32 mètres cubes, ce qui représente 256 tonneaux; pleine, elle renferme donc pour 154 francs d'engrais. (Girardin de Rouen.)

L'engrais flamand n'a d'autre inconvénient que

de répandre pendant quelque temps une mauvaise odeur. Dans quelques contrées du Nord, en Picardie notamment, on désinfecte et on absorbe les matières fécales fraîches, en les mélangeant avec des cendres noires (tourbe brûlée). L'on obtient par ce moyen un compost d'une excellente qualité. On peut faire de même partout où le plâtre est à vil prix, partout où l'on trouve du tan, des cendres, de la sciure de bois, des débris végétaux de toute espèce, etc., etc.

On a profité des propriétés du charbon pour faire avec les matières fécales fraîches un engrais inodore, pulvérulent, connu sous le nom de *noir animalisé*. Le charbon a le grand avantage de fixer les matières fertilisantes de l'engrais et de le rendre plus permanent, plus durable. M. Salmon (de Paris), qui se livre à l'exploitation de cet engrais, fabrique une espèce de charbon en calcinant, dans des cylindres en fonte, la boue provenant du curage des étangs et des fossés.

Cette boue renferme une quantité de matières organiques suffisante pour fournir une poudre noire charbonneuse qui, après avoir été tamisée et mêlée avec un poid égal de matières fécales molles, constitue un engrais inodore des plus avantageux sous le rapport des vertus qu'il possède et de son prix de revient. En effet, 15 hectolitres suffisent pour la fumure d'un hectare; or, l'hectolitre coûte 5 francs; si nous y ajoutons 1 franc pour frais de transport, la fumure d'un hectare reviendra à 90 francs.

Dans ces derniers temps, M. Siret a eu l'idée d'as-

socier au charbon le plâtre ou la couperose verte, dns le double but de désinfecter les matières fécales et de fixer les principes fertilisants volatils qu'elles contiennent. Quinze grammes de poudre composée de charbon et de couperose ou de plâtre, ajoutés, jour par jour, et par chaque individu, dans la fosse qui dessert une maison, suffisent pour convertir les matières fécales en un terreau inodore dont les propriétés sont encore plus marquées que celles du noir animalisé. Une maison composée de 3 ou 4 personnes ne dépenserait pas plus de 2 centimes par jour et pourrait par ce procédé recueillir un engrais dont la valeur serait fort au-dessus de la dépense.

Dans le centre de la France, particulièrement aux environs des grandes villes, c'est à l'état pulvérulent et sous forme de poudrette que les excréments humains sont le plus généralement employés. On la prépare en réunissant les matières fécales (urines et fèces) extraites des fosses de vidanges dans de grands bassins creusés en terre, peu profonds, mais superposés, de manière à permettre de déverser le premier dans le second, e ainsi de suite. Quand les matières ont séjourné dans le bassin supérieur et que déjà une partie des substances solides se sont séparées de l'urine, on fait écoule celle-ci dans le bassin inférieur où on la laisse séjourner encore, afin qu'elle y dépose les fèces qu'elle entraînées. On continue ainsi jusqu'à ce que les urines ne retenant plus aucunes parties solides soien rejetées sous le nom d'eaux vannes dans des puit absorbants, ou entraînées par des cours d'eau. Il rest

alors dans les bassins une matière pâteuse qu'on enlève et qu'on dispose sur un terrain battu et en dos d'âne, pour favoriser leur dessiccation. C'est cette matière qui, parfaitement desséchée et réduite à l'état de poudre, forme la *poudrette*. Rien n'est plus simple que sa préparation ; mais lorsqu'on songe à la longueur du temps qui doit s'écouler avant que les excréments soient convertis en poudrette, lorsqu'on calcule la perte de matière fertilisante qui résulte de cette opération, on en vient à souhaiter qu'un jour des procédés moins dispendieux et moins longs soient appliqués à la confection de cet engrais.

Quoi qu'il en soit, l'emploi de la poudrette donne à l'agriculteur des bénéfices très marqués, et cela se conçoit si l'on jette les yeux sur l'analyse de ce produit qui, d'après M. Jacquemard, contient :

Eau.	52,5
Sels ammoniacaux.	3,9
Matières organiques azotées. . . .	18,1
Matières minérales fixes.	25,5
	100,0

On obtiendrait un engrais beaucoup plus riche en matières fertilisantes si, avant de dessécher les matières fécales, on les traitait par l'acide sulfurique ou le plâtre. Deux ou trois cents grammes d'acide, par exemple, suffiraient pour un hectolitre de matières fécales molles ; il en aurait coûté fort peu et l'on aurait doublé la vertu de cet engrais. L'acide sulfurique, la

couperose et le plâtre sont bien préférables à la chaux, qui, à la vérité, désinfecte les matières fécales, mais sans fixer l'ammoniaque qu'elle chasse, au contraire, et qui devrait, pour bien faire, rester en totalité dans la masse fertilisante.

CHAPITRE XII.

DE L'URINE.

L'*urine* contient : 1° à l'état de solution, tous les éléments essentiels des végétaux ; et quiconque sait qu'avec une pinte d'urine on peut produire une livre de blé, a lieu de s'étonner du peu d'intérêt qu'on a mis à recueillir ce liquide et à tirer parti de ses vertus éminemment fertilisantes. En effet, 100 parties d'urine d'homme sain sont égales, par rapport à la quantité d'azote qu'elles contiennent, à 1300 parties d'excréments de cheval à l'état frais, ou à 600 parties d'excréments de vache. Dès lors il devient évident qu'il est de la plus haute importance pour l'agriculture que l'urine humaine ne soit point perdue. Si nous admettons que la somme des excréments solides et liquides d'un homme soit d'une livre et demie par jour—une livre et quart d'urine et un quart de fèces ou matières solides qui, prises ensemble, renferment 3 pour 100 d'azote—nous pouvons calculer que la totalité des excréments d'un seul homme, pendant une année, c'est-à-dire 547 livres, contiendra plus de 16 livres d'azote, quantité suffisante pour alimenter

900 livres d'orge ou 800 livres de froment, de seigle ou d'avoine.

La valeur de l'urine utilisée comme engrais ressort naturellement des résultats fournis à l'analyse par 100 parties de froment venu sur un même sol, amendé avec des engrais d'espèces différentes. Pour apprécier ces résultats et pour se convaincre de la supériorité de l'urine sur tous les autres engrais, n'oublions pas un fait important : c'est que la valeur du blé, comme aliment, dépend de la quantité de gluten qu'il contient.

On a retiré de 100 parties de froment amendé avec :

	Gluten.	Fécule.
Urine humaine desséchée.	35,1	39,1
Sang de bœuf desséché.	34,2	41,3
Matières fécales solides (d'homme) desséchées.	33,1	41,4
Fiente de brebis.	22,9	42,8
— de pigeon.	12,2	63,2
— de vache	12,0	63,3
Humus végétal.	9,6	55,9
De 100 parties de froment venu sur le même sol non amendé.	9,2	66,7

Tous les excréments participent des aliments. Si les matières alimentaires consistent particulièrement en azote, les matières excrémentitielles consisteront aussi, principalement, en azote inutile aux besoins du corps. Les aliments dans lesquels prédominent des principes carbonacés ne sauraient représenter une aussi grande proportion d'azote. Or, l'urine de l'homme qui se nourrit abondamment de la chair des animaux, substance presque entièrement composée d'azote, doit être beaucoup plus chargée de ce

dernier principe que l'urine des animaux qui vivent exclusivement de substances végétales. L'analyse chimique est encore venue confirmer cette vérité, en nous démontrant que l'urine de l'homme est quatre fois plus riche en matière fertilisante que celle du cheval, de la vache et de la brebis.

Nous ne saurions trop répéter aux agriculteurs que l'excrément liquide de tous les animaux est infiniment préférable, au point de vue des engrais, à l'excrément solide. En effet, l'urine contient tous les sels solubles rejetés de l'économie où ils étaient inutiles. Tels sont les sels d'ammoniaque, les phosphates de soude, de potasse et de magnésie, substances reconnues depuis longtemps comme constituant toutes les espèces de grains et comme essentielles tout à la fois au développement et à la perfection nutritive de ces mêmes grains.

1000 parties d'urine humaine, d'après les analyses de Berzelius, contiennent :

Eau	933,00	parties.
Urée (matière animale putréfiée)	30,10	
Sulfate de potasse	3,71	
— de soude	3,16	
Phosphate de soude	2,94	
Muriate de soude (sel commun)	4,45	
Phosphate d'ammoniaque	1,65	
Muriate d'ammoniaque	1,50	
Matière acide, Acétate d'ammoniaque, Matière animale et urée	17,14	
Phosphates terreux et fluate de chaux	1,00	
Mucus	0,32	
Silice	0,03	
	1000,00	

L'urine au moment de son émission est acide, mais elle ne tarde pas à se putréfier spontanément; dès cet instant, une partie des matériaux qui la constituent se modifient, il s'y développe du carbonate d'ammoniaque et elle devient alcaline. Si, dans cet état, on en tire parti comme engrais, ce carbonate d'ammoniaque, volatil de sa nature, s'évapore avec les parties aqueuses du fluide, et la perte qui résulte de ce mode d'usage s'élève presque à la moitié du poids de l'urine employée. Il est donc du plus grand intérêt pour l'agriculture de fixer dans le sol le carbonate d'ammoniaque, ou, à tout évènement, l'ammoniaque, principe auquel l'urine doit particulièrement ses propriétés fertilisantes, puisqu'en le privant du pouvoir qu'il a de s'évaporer avec les parties aqueuses, l'on double son action. Il y a plusieurs moyens d'arriver à ce résultat. Si, par exemple, on répand sur un champ du gypse (sulfate de chaux) récemment calciné (plâtre) et qu'on l'arrose ensuite avec de l'urine putréfiée, le gypse absorbe et décompose le carbonate d'ammoniaque, l'acide carbonique de ce dernier se dégage et s'unit avec la chaux qui faisait partie du gypse, pour former un carbonate de chaux ; mais, en même temps, l'ammoniaque devenue libre s'unit avec l'acide sulfurique du sulfate de chaux ou gypse et forme du sulfate d'ammoniaque qui reste dans le sol au lieu de se volatiliser, car cette dernière propriété ne lui appartient pas comme au carbonate d'ammoniaque auquel il s'est substitué.

On peut également se servir de chlorure de chaux

pour fixer dans le sol l'ammoniaque contenue dans l'urine ; mais, en agriculture, comme dans toutes les industries en général, il faut préférer les procédés les moins coûteux. Le prix du chlorure de chaux, beaucoup au-dessus de celui du gypse, justifie la préférence que le cultivateur doit accorder à ce dernier. La tourbe brûlée, le poussier de mottes, la sciure de bois et plusieurs autres substances de ce genre, peuvent encore être employés dans le même but ; mais le gypse est décidement plus avantageux.

On a aussi proposé de fixer l'ammoniaque en se servant d'acide sulfurique (huile de vitriol) ; il suffit pour cela d'en mêler une suffisante quantité avec l'urine putréfiée, jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé ; pendant qu'on verse l'acide, qui ne doit jamais être en excès, on a soin d'agiter le mélange.

Un grand obstacle s'oppose à ce que l'urine soit généralement employée comme engrais : nous voulons parler de son état de liquidité qui rend difficile son transport et sa conservation. En effet, l'urine ne pouvant être conservée pendant longtemps sans perdre une grande partie de ses principes fertilisants, on ne saurait en faire provision pour l'employer au moment donné. On a donc cherché les moyens de l'amener à l'état solide sans lui enlever la merveilleuse vertu fertilisante qu'elle possède, et c'est alors que, l'unissant avec une certaine proportion de plâtre, M. Donat, le premier, imagina un engrais urineux connu sous le nom d'*urate*. Mais on ne fut pas longtemps à reconnaître que cette préparation, qui con-

tient à peine deux centièmes de matière organique solide, ne pouvait être applicable à la fumure des terres, parce que les avantages qu'elle procure sont beaucoup au-dessous des frais de transport; aussi est-elle aujourd'hui tout-à-fait abandonnée. Nous savons qu'on annonce en ce moment un procédé à l'aide duquel on serait parvenu, dit-on, à solidifier économiquement les urines; nous croyons qu'il est bon d'attendre que des essais publics en aient justifié la valeur. Dans ce cas, l'acide sulfurique et l'ammoniaque s'unissent pour former du sulfate d'ammoniaque, tandis que le carbone, s'échappant à l'état de gaz acide carbonique, donne lieu au mouvement d'effervescence dont nous avons parlé. La proportion d'acide est de 12 à 15 grammes par chaque hectolitre d'urine. On arrive au même résultat en employant, pour la même quantité de liquide, 40 à 50 grammes de sel de Glauber ou 35 à 40 grammes de couperose verte, substances qu'il est très facile de se procurer et qui coûtent infiniment peu.

Dans plusieurs pays, notamment en Flandre, on emploie avec un grand avantage l'*engrais liquide*, partie qui dans notre pays s'écoule des étables, s'égoutte des fumiers, stagne dans les cours et le plus souvent se perd, mais qu'en Flandre et en Angleterre on recueille avec soin au moyen de puisards pratiqués sur les points les plus déclives des fermes, ou dans des fossés et des excavations situés dans les environs des étables, ou sous les fumiers amoncelés. Ce liquide possède des vertus prolifiques très pronon-

cées qu'il doit principalement à la grande quantité d'urine qui en fait partie. Ainsi mitigée par de l'eau chargée de matières animales et de sels enlevés à toutes les substances organiques qui jonchent les étables et les cours des grandes fermes, l'urine produit sur les récoltes une action des plus bienfaisantes. Nous avons vu plus d'une fois un champ de jeune blé, mal portant, prendre une vigueur surprenante à la suite d'un arrosage avec cet engrais liquide.

C'est ici le lieu de faire remarquer aux cultivateurs qu'ils doivent bien se garder de se servir d'urine pure comme engrais, parce que cette urine entrant rapidement en putréfaction et dégageant, dans un temps donné, une trop grande quantité de carbonate d'ammoniaque, compromettrait les grains ou les végétaux encore trop jeunes. Elle n'a pas cet inconvénient lorsqu'elle est étendue de 4 à 5 volumes d'eau.

On peut tirer un fort bon parti de l'urine pure en la versant sur des tas formés avec de la litière d'étable dans laquelle la putréfaction a déjà commencé et qu'on a mêlée avec des cendres de bois. On a soin de faire prédominer la litière et de verser chaque jour une nouvelle portion d'urine et de remuer de temps en temps la masse.

Dans ces tas, l'ammoniaque de l'urine sera décomposée, mais l'azote, principe vivifiant de l'ammoniaque, se combinera avec les matières alcalines (potasse et soude) contenues dans les cendres de bois, pour former de l'azotate de soude et de potasse, sels

qui exercent sur la végétation une action fertilisante des mieux constatées.

Pour bien comprendre ce qui précède, il faut se rappeler que l'ammoniaque est formée d'azote et d'hydrogène. Cette ammoniaque, à l'état de solution, est absorbée par les racines des plantes qui la décomposent. Son azote est assimilé pour former le gluten de la graine; son hydrogène s'unit avec une quantité déterminée de carbone également assimilé par la plante dans le but de constituer des huiles fixes ou essentielles, des résines, etc., à moins que ce hydrogène ne s'exhale par les feuilles, comme inutile.

L'urine des animaux contient moins d'azote que celle des hommes; cette modification tient, comme nous l'avons dit, à la différence des matières qui servent d'aliment aux uns et aux autres. Mais cette urine des animaux, moins riche en azote, renferme parfois des proportions de sels beaucoup au-dessus de celles qu'on retrouve dans l'urine humaine. Tels sont, par exemple, les phosphates de magnésie et les sels de potasse et de soude. Les remarques que nous avons faites touchant l'urine de l'homme leur étant également applicables, il importe de ne pas les négliger. Une grande quantité de ces urines répandues dans les étables, où elles séjournent avec la litière pendant un temps plus ou moins long, est totalement perdue; c'est un dommage incalculable pour l'agriculture; mais il en résulte encore un autre inconvénient: c'est que, donnant naissance, par le fait de leur décomposition, à de l'ammoniaque qui se vo-

latilise, elles deviennent une cause de malaise pour les animaux, soit en altérant l'air qu'ils respirent, soit en agissant comme agent irritant sur les membranes muqueuses et particulièrement sur les yeux. On devrait remédier à ces inconvénients en répandant du gypse dans les étables et en y ménageant convenablement les moyens de ventilation.

L'urine n'est pas seulement d'un avantage immense pour les prairies artificielles. Les jeunes arbres, mais surtout la vigne, se trouvent fort bien de son application. Il n'est pas d'engrais, suivant Columelle, qui contribue plus à l'abondance et à la qualité des raisins. Il faut se montrer plus prudent à l'égard de son application aux céréales, dans la crainte que celles-ci, trop poussées par un engrais extrêmement stimulant, ne subissent une véritable élongation et ne versent sans donner beaucoup de grains. M. Harley, de Glasgow, qui s'est livré à de nombreuses expériences sur l'action de l'urine appliquée à la fumure de l'orge, du gazon, etc., lui a reconnu l'avantage souvent fort précieux de détruire les mauvaises herbes et les insectes, notamment les loches noires.

CHAPITRE XIII.

DU FUMIER DE FERME.

De tous les engrais, le plus universel et le plus précieux pour le cultivateur, et cependant le plus mal soigné, c'est le fumier de ferme ; c'est aussi le premier dont les écrivains les plus anciens aient fait mention : Ezechiel, Caton, Virgile, Strabon, Conrad Hérébasius, parlent tous de la nécessité de conserver le fumier produit par les animaux nourris dans les fermes ; de tout temps on a reconnu sa vertu.

Le fumier de ferme est un composé de substances animales et végétales en voie de putréfaction, résultant du mélange de diverses espèces de pailles avec les matières fécales et les urines des bestiaux.

Il importe au cultivateur de connaître la composition chimique du fumier de ferme ; pour cela, nous devons rappeler ici l'analyse de la paille et des excréments solides ou liquides des animaux domestiques.

1000 parties de paille de froment donnent 48 parties de cendres. La même quantité de paille d'orge en fournit 42 parties. La portion qui se dissipe pendant

la combustion consiste principalement en carbone, en gaz hydrogène carboné et en eau.

100 parties de cendres de froment sont constituées par

Sels solubles, notamment le carbonate et le sulfate de potasse.	22 1/2 parties.
Phosphate de chaux.	6 1/5
Carbonate de chaux.	1
Silice.	61 1/2
Oxydes métalliques (principalement oxyde de fer).	1
Perte.	7 4/5
	100

La paille d'orge contient les mêmes substances, mais en proportions différentes.

100 parties d'urine de vache, analysée par Brande, renferment :

Eau.	65 parties.
Phosphate de chaux.	3
Muriate de potasse, muriate de chaux	15
Sulfate de potasse.	6
Carbonate de potasse et carbonate d'ammoniaque.	4
Urée.	4
Perte	3
	100

1000 parties d'urine de cheval contiennent, d'après Vauquelin :

Carbonate de chaux.	011	parties.
— de soude.	009	
Benzoate de soude.	024	
Muriate de potasse.	009	
Urée.	007	
Eau et mucilage	940	
	1000	

Voici un petit tableau que j'extrais de l'ouvrage de M. Girardin, de Rouen ; il représente l'ensemble des analyses d'excréments de vache, de cheval, de mouton et de porc :

	Vache.	Cheval.	Mouton.	Porc.
Eau.	79,724	78,36	68,71	75,00
Matières organiques agissant comme engrais	16,046	19,10	23,16	20,15
Matières salines agissant comme stimulant	4,230	2,54	8,13	4,85
	100,000	100,00	100,00	100,00

L'urine et les matières fécales des bestiaux diffèrent légèrement chez les animaux de la même espèce, et suivent la différence de nourriture à laquelle ils sont soumis. C'est donc là une des considérations qu'on ne saurait oublier lorsqu'on cherche à se rendre compte de la composition chimique du fumier. M. Einhof, analysant les fèces d'animaux nourris

avec des navets, a constaté, dans les cendres résultant de la combustion de ces fèces, la présence des substances suivantes :

Chaux.	12
Phosphate de chaux.	12,5
Magnésie.	2
Fer.	5
Alumine et traces de manganèse	14
Silice.	52
Muriate et sulfate de potasse.	1,2 (1).

Si nous ajoutons aux documents qui précèdent ceux que nous puisons dans l'ouvrage de Sprengel et dans les travaux de MM. Payen et Boussingault, il nous sera permis d'apprécier encore la valeur relative du fumier, en étudiant les proportions relatives des matières organiques et des substances salines qui existent dans les différentes espèces de paille, car les pailles d'orge, d'avoine ou de froment ne sont pas les seules dont on se serve pour litière.

(1) Les animaux nourris avec des tourteaux et ceux qui mangent des graines, orge, avoine, etc., donnent un fumier très riche. Celui des chevaux mis à l'avoine est bien supérieur à celui que fournissent les mêmes animaux mis à la paille ou au foin. Dans quelques cas, il y a un différence de moitié entre ces diverses espèces de fumiers.

100 parties en poids des pailles suivantes contiennent :

	Substances organiques.	Substances salines.
Paille de colza..	96,127	3,873
— de vesce.	94,899	5,101
— de sarrasin.	96,797	3,203
— de fèves	96,879	3,121
— de lentilles.	96,101	3,899
— de millet.	95,145	4,855
— de pois.	95,029	4,971
— d'orge.	94,756	5,244
— de froment.	96,482	3,518
— de seigle.	97,207	2,793
— de maïs.	96,015	3,985
— d'avoine.	94,266	5,734

MM. Payen et Boussingault les rangent dans l'ordre suivant, sous le rapport de leur richesse en azote :

1° Paille de pois,
2° — de lentilles,
3° — de millet,
4° — de froment (vieille),
5° — de sarrasin,
6° — d'avoine,
7° — de froment (nouvelle),
8° — d'orge,
9° — d'avoine.

En France, les pailles des céréales sont pour ainsi dire les seules qu'on emploie pour former la litière des bestiaux. C'est là une habitude très fâcheuse pour l'agriculture, car il est démontré que cette espèce de paille donne un fumier beaucoup moins riche, beaucoup moins fertilisant que celui que fournissent les

pailles des légumineuses, du colza, etc. En effet, les pailles des céréales sont surtout remarquables par la quantité de silice qu'elles contiennent, substance qui ne saurait remplacer la somme considérable de sels de soude, de potasse et de chaux renfermée dans les vesces, le sarrasin, les lentilles, etc. Tandis que dans ces dernières nous avons une source abondante de principes stimulants et de matières azotées, les autres ne nous donnent qu'une petite quantité de phosphate de chaux, très précieuse sans doute, mais si minime qu'elle ne peut compenser les avantages qu'on attend des principes dont nous venons de parler.

Dans les contrées où les bruyères, les ajoncs, les fougères, les genêts, les roseaux, etc., croissent abondamment, on peut les employer avec avantage comme litière, car la plupart de ces végétaux contiennent plus de sels et de principes azotés que n'en contiennent les pailles dont on se sert habituellement.

Il est même des pays où l'on emploie la terre sèche pour litière. On étend sur le sol des étables une couche de cette terre qu'on recouvre tous les deux jours d'une nouvelle couche et qu'on remplace par de nouvelle terre, quand elle est suffisamment imprégnée de matières excrémentitielles. L'usage de la terre pour litière offre de grands avantages, quand on veut opérer des amendements, car on peut choisir telle ou telle terre pour l'employer en litière, suivant qu'on destine le fumier à tel ou tel genre de sol. Si, par exemple, on doit le répandre sur un sol argileux,

on préfère pour litière une terre sablonneuse ; par ce moyen, on a le double avantage de fumer et d'ameublir un sol dont la ténacité est trop prononcée.

L'âge des animaux n'est pas sans quelque importance, eu égard à la qualité du fumier. En effet, les jeunes animaux ont besoin d'assimiler une grande quantité d'acide phosphorique, de chaux et d'azote pour perfectionner leurs organes; comme ils ne peuvent tirer ces substances que des aliments qu'ils prennent, il en résulte nécessairement que leurs excréments doivent être moins riches en principes fertilisants, circonstance dont il importe surtout de tenir compte lorsqu'on applique le fumier produit par ces jeunes animaux à des récoltes qui, comme le froment, l'orge et les fèves, exigent une grande quantité de chaux, d'azote et d'acide phosphorique, pour atteindre leur développement parfait.

La qualité du fumier est encore fortement dominée par le degré d'exercice que prennent les animaux qui le fournissent, par l'état de lactation, et de plus par la saison. En effet, il résulte des expériences de M. Dixon que le fumier des animaux qui restent en repos, comme celui de ceux qui ne donnent point de lait, est beaucoup plus riche ; et l'on sait que le fumier d'hiver est au contraire plus pauvre que le fumier d'été, sans doute parce que, sous l'influence du froid, les fonctions digestives, plus parfaites que pendant les chaleurs, expriment des aliments toutes les parties azotées qu'ils contiennent.

M. Block, en Angleterre, et M. Boussingault, en

France, ont cherché à déterminer quelle était la quantité d'engrais produite par un poids déterminé d'aliments.—Le premier a retiré de :

100 livres de paille de riz. . .	43	livres d'excréments (solides ou liquides).
100 — de foin.	44	
100 — de pommes de terre	14	
100 — de betterave.. . . .	6	
100 — de trèfle vert. . . .	9 1/2	

Ce petit tableau prouve que plus les matières alimentaires sont de nature aqueuse, moins elles donnent de fumier.

Les recherches de M. Boussingault sont consignées dans la table suivante, où les résultats sont exprimés en grammes :

Espèces d'aliments consommés pendant 24 heures.	Poids à l'état frais.	Poids à l'état sec.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et matières terreuses.
Par un cheval.							
Foin.	7,500	6,465	2961,0	323,2	2502,0	97,0	581,8
Avoine.	2,270	1,927	977,0	123,3	707,2	42,4	77,1
Eau.	16,000	—	—	—	—	—	13,3
Total.	25,770	8,392	3938,0	446,5	3209,2	139,4	672,2
Total des excrétions pend. le même temps.	15,580	3,827	1472,9	191,3	1363,0	115,4	684,5
Par une vache.							
Pommes de terre. . .	15,000	4,170	1839,0	241.9	1830,6	50,0	208,5
Regain.	7,500	6,315	353,4	353,4	2204,0	151,5	631,5
Eau.	6,000	—	—	—	—	—	50,0
Total.	82,500	10,485	4813,4	595,5	4034,6	201,5	889,0
Total des excrétions pend. le même temps.	45,152	6111,4	2601,6	332,0	2082,7	174,5	920,6

Nous avons déjà dit, dans nos généralités, qu'un fumier, pour être de bonne qualité, ne devrait être ni trop ni trop peu fermenté. Celui que M. Boussingault a nommé fumier *normal* est formé par la réunion de la litière et des excréments solides ou liquides des divers animaux (principalement des bêtes à cornes) nourris dans une ferme, avec des aliments abondants, en partie secs et en partie verts. Son degré de fermentation doit être médiocre et déterminé par l'usage qu'on veut en faire, c'est-à-dire par des considérations tirées du sol et des semences auxquels on l'applique. C'est en raison de ce degré de fermentation et de l'aspect qu'il présente qu'on lui a donné le nom de fumier *long*, *jeune* ou *pailleux*, et celui de fumier *gras* ou *court*, de *beurre-noir*, pour désigner alternativement le fumier récent, peu fermenté, et le fumier converti en une espèce de terreau.

Je vais consigner dans le tableau suivant les recherches analytiques de MM. Braconnot, Boussingault et Girardin sur des échantillons de fumier arrivé à ces divers états :

	GIRARDIN. Fumier peu fermenté.	BOUSSINGAULT. Fumier *normal*.	BRACONNOT. Fumier très consommé *beurre-noir*.
Eau.	75	79,3	72,20
Matières végétales et animales solubles, et sels solubles.	5	. . . . .	1,50
Matières végétales et animales insolubles, et sels insolubles, fibre végétale ou paille.	20		
Substances organiques, sels et terres.	. . . . .	20,7	
Paille convertie en tourbe.	. . . . .	. . . . .	12,40
Matière tourbeuse très divisée analogue à la précédente.	. . . . .	. . . . .	3,63
Sels insolubles.	. . . . .	. . . . .	10,27
	100	100,0	100,00

Nos fermiers ont l'habitude de jeter indistinctement dans une même fosse les fumiers de tous leurs bestiaux. Cette pratique a sans doute de grands avantages, car on obtient ainsi un engrais doué de qualités mixtes qui le rendent propre à toute espèce de sol. Toutefois, nous croyons qu'il y aurait quelque amélioration à obtenir à cet égard si l'on étudiait avec soin les propriétés spéciales de chaque fumier en particulier, afin de n'appliquer tel ou tel genre qu'à telle ou telle qualité de terrain. Dans un pays de plaines, où la nature des terres varie peu, il y a tout avantage à mêler les fumiers ; mais, dans tous les pays où le sol, accidenté, varie à chaque pas, il y aurait assurément un grand bénéfice à n'appliquer à cer-

taines portions de terrain que l'espèce de fumier qui lui convient.

Nous sommes convaincus, par exemple, que le fumier de cheval, inférieur au fumier de bêtes à cornes, quand il est traité de la même manière que ce dernier, lui serait infiniment supérieur s'il était conservé séparément et maintenu à un tel degré d'humidité qu'il ne pût ni se dessécher ni subir un degré de fermentation trop avancé. Le fumier de cheval, *chaud* de sa nature, conviendrait particulièrement aux sols humides, argileux et *froids ;* on le rejetterait au contraire pour les terrains sablonneux et calcaires, auxquels le fumier des bêtes à cornes est si heureusement appliqué. Ce que nous venons de dire du fumier de cheval appliqué au sol argileux, nous le répétons à propos du fumier des bêtes à laine, encore plus chaud et plus substantiel. On pourrait l'employer très avantageusement à la fumure des terrains ensemencés de navette, de colza, de tabac et de chanvre.

Le fumier de ferme étant le plus commun de tous, on l'a pris pour terme de comparaison, chaque fois qu'on a cherché à déterminer les vertus fertilisantes relatives de tels ou tels engrais. Il est résulté de ces comparaisons une table d'*équivalents* basée sur la richesse en azote des engrais comparés entre eux. Dans cette table, le fumier de ferme, *normal*, est représenté par 100. Ainsi, pour remplacer 100 kilogrammes de bon fumier de ferme, il faut employer :

18 kilog.	1/2	d'excréments de chèvre,
36	—	d'excréments de mouton,
54	—	de cheval (urine et fiente),
63	—	1/2 de porc (urine et fiente),
73	—	solides de cheval,
97	—	1/2 de vache (urine et fiente),
125	—	solides de vache.

Les mêmes données conduisent à reconnaître à l'avance les quantités de fumier de telle ou telle sorte qu'il convient d'employer pour une même étendue de terrain. Ainsi, les meilleurs agriculteurs s'accordant à dire qu'il faut 30,000 kilog. de bon fumier de ferme pour chaque hectare de terre, on devra, adoptant les équivalents que nous venons de fixer, employer pour la même étendue de terrain,

5,550 kilog.	d'excréments	de chèvre,
10,800	—	—	de mouton,
19,050	—	—	de porc.

La manière dont on conserve les fumiers ayant la plus grande influence sur leurs propriétés, nous formulerons quelques préceptes à cet égard :

1° Recueillir tous les fumiers dans un emplacement fait exprès; c'est ce qu'on nomme fosse à fumier ;

2° Donner à cette fosse une largeur telle que tout le fumier puisse y tenir sans qu'on soit obligé de l'accumuler à une trop grande hauteur;

3° Tenir cette fosse à l'abri du soleil par des plantations d'arbres ou par des bâtis, afin d'éviter le plus

possible la dissipation des gaz, dissipation que favorise la trop grande chaleur;

4° Glaiser l'emplacement des fosses, afin que le sol n'absorbe pas la partie liquide du fumier;

5° Pratiquer auprès de cet emplacement un puisard où viendra se réunir ce liquide, le purin, afin de pouvoir le reverser sur le fumier, toutes les fois qu'il aura besoin d'être humecté;

6° Eviter qu'aucune eau étrangère ne vienne se rendre dans la fosse, et garantir le fumier des pluies qui en entraînent les parties solubles;

7° Disposer le fumier dans la fosse, quand on le tire des étables, de telle sorte que l'ancien ne soit pas toujours enfoui sous le nouveau;

8° Arroser et remuer les tas de fumier, quand on s'aperçoit qu'il tourne au *blanc*, c'est-à-dire quand il chancit;

9° Recouvrir les tas de fumier, élevés à la hauteur voulue, soit avec des mottes de gazon, soit avec du plâtre ou de la tourbe, ou bien encore avec des bruyères, des ajoncs, de la terre ou de la marne.

CHAPITRE XIV.

DU FUMIER DES OISEAUX. — DE LA COLOMBINE, DE LA POULAITTE ET DU GUANO.

L'emploi de la fiente des oiseaux, comme engrais, n'est point le résultat d'une innovation; celle des poules, nommée *poulaitte* ou *poulaine*, a été préconisée dans les temps les plus reculés, et celle des pigeons, ou *colombine*, a été recommandée par M. P. Caton dans son 86e livre sur l'agriculture. La supériorité de la fiente des oiseaux, employée comme engrais, tient sans doute à ce qu'en raison de la structrure particulière à ces animaux, les déjections solides et les urines sont mêlées et ne forment qu'une seule masse.

On peut ainsi se rendre compte de la richesse de cette espèce d'engrais par la nature des aliments dont ils se nourrissent; en effet, dans nos fermes, les poules ou les pigeons mangent beaucoup de graines et un grand nombre d'insectes, éléments azotés qui expliquent la présence dans ces excréments d'une quantité de sels ammoniacaux plus considérable que dans la fiente des autres animaux.

D'après les expériences de M. Girardin, la fiente des poules et des pigeons est constituée par :

	Poules.	Pigeons.
Eau.	72,90	79,00
Matières organiques agissant comme engrais.	16,20	18,11
Matières salines agissant comme stimulant.	5,24	2,28
Gravier et sable siliceux.	5,66	0,61
	100,00	100,00

La *colombine* et la *poulaitte* perdent une grande partie de leurs vertus fertilisantes, en passant de l'état frais à la fermentation. Cela se conçoit pour peu qu'on se rappelle les recherches de Davy, qui a constaté que 100 parties de colombine pure renferment, avant la fermentation, 25 p. 100 de matières solubles, tandis que la même quantité n'en contient plus que 8 p. 100 quand elle a subi le travail de la putréfaction.

Dans les pays où les pigeonniers sont nombreux et bien peuplés, la colombine est recueillie avec soin. Cent pigeons donnent environ 900 litres de fiente par année, et la fiente de 6 à 700 têtes se vend, en moyenne, une centaine de francs.

La *colombine* a plus d'énergie que la *poulaitte*, qui possède elle-même plus de vertus que la fiente des canards et des oies. Cet engrais est essentiellement *chaud;* aussi convient-il particulièrement aux terrains humides et froids. Répandu seul sur les terres, ou mélangé avec du terreau et du charbon, on l'emploie très avantageusement pour l'orge, le lin et le

chanvre ; mais on choisit, en général, pour l'appliquer un temps humide et même un peu pluvieux ; autrement, il sèche, brûle les récoltes, ou reste sans action.

De tous les oiseaux, ceux qui fournissent l'engrais le plus riche ce sont les oiseaux de mer, sans doute parce qu'ils se nourrissent principalement de matières animales. On trouve l'excrément de ces derniers oiseaux sur beaucoup de rocs et d'îles inhabitées de nos côtes du nord ; mais l'atmosphère humide de ce climat et les pluies torrentielles de l'hiver l'altèrent et l'entraînent aussitôt qu'il est déposé. Sous les tropiques, les rayons du soleil le dessèchent promptement, et l'on en trouve des masses qu'on pourrait supposer inépuisables. Son usage était déjà fort répandu dans ces contrées, lorsque Humphry Davy, en 1804, appela sur cette matière nommée guano, du mot péruvien *huano* qui signifie engrais, l'attention des agriculteurs. Cependant, ce ne fut qu'en 1841 qu'une cargaison en fut importée en Europe avec l'intention de la faire servir à la fertilisation du sol.

Cette substance est recueillie sur les îles inhabitées de la mer du Sud qui, depuis un temps immémorial, servent de séjour à d'immenses troupes d'oiseaux. Elle y est si abondante que certaines parties du sol en sont recouvertes de plusieurs pieds. Il paraît qu'elle a toujours servi d'engrais sur le continent de l'Amérique du sud, où son importance et sa vertu ne sont plus contestées.

On n'a pas toujours été d'accord sur l'origine du guano. Les uns l'ont considéré comme un produit

minéral; les autres, avec plus de raison, comme l'excrément des oiseaux de mer. A première vue, il paraît difficile de décider la question. L'immense quantité de guano trouvée sur les îles et les rocs de la côte du Pérou, aussi bien que sur la côte elle-même, son poids, sa couleur rouge, qui y révèle la présence d'oxyde de fer, la difficulté de rapporter à des oiseaux, quelqu'innombrables qu'ils soient, la formation de si grandes masses d'un semblable produit, toutes ces circonstances réunies tendaient à appuyer l'opinion d'une origine minérale. Mais, d'un autre côté, les caractères physiques et chimiques de cette substance détruisent cette première supposition et démontrent qu'on ne peut considérer le guano que comme une production animale. Nous devons ajouter seulement que le guano n'appartient pas à l'époque actuelle, mais que c'est un excrément fossile d'oiseaux antédiluviens, explication qui concilie, jusqu'à un certain point, les deux opinions que nous avons reproduites.

Quoi qu'il en soit, l'odeur ammoniacale qui s'en exhale, la présence des acides urique, phosphorique et oxalique, celle de la potasse, la couleur rouge de cette substance (couleur qui varie d'intensité en raison du plus ou moins de temps pendant lequel elle est restée exposée à l'air); son identité de composition avec le guano blanc qui est produit journellement, cette circonstance qu'elle se rencontre toujours sur les côtes et jamais dans l'intérieur des terres; la présence, à quelques pieds de profondeur, d'os d'oi-

seaux dont les Indiens se servent pour fabriquer des instruments tranchants ; la transformation, avec le temps, du guano blanc en guano rouge, ainsi qu'on le voit dans l'île de Torecilla, sont autant de faits dont la réunion doit servir à nous convaincre que le guano coloré est un produit animal.

Il existe trois variétés de guano : le rouge, le brun-grisâtre et le blanc. On trouve les deux premiers dans les îles de Chinca, près de Pisco, à Iquique, et sur les collines de Pica. Le nom de guano d'Iquique, dont on se sert quelquefois, tient à ce que le premier guano qu'on s'est procuré provenait de l'île qui porte cette dénomination. Elle est située à 400 mètres du port d'Iquique et n'a pas moins d'une demi-lieue de long sur 200 mètres de large ; elle pourrait fournir une telle quantité de guano qu'elle ne serait pas épuisée en vingt-cinq années.

Le guano blanc est le plus estimé ; il passe pour le plus frais et le plus pur des trois variétés ; beaucoup plus rare que le rouge et le gris, il est aussi d'un prix plus élevé. On ne le rencontre que le long des côtes. Pendant les années où de nombreuses troupes d'oiseaux s'étaient assemblés sur les îles de Jésus, on en avait enlevé plus de 500 quintaux ; mais, plus tard, cette quantité diminua énormément. Il faut en attribuer la cause à l'abordage d'un grand nombre de vaisseaux, à la chaleur excessive des derniers étés et à la diminution de la nourriture que consomment les oiseaux qui vivent dans ces parages. Aussi, les propriétaires qui faisaient commerce

du guano à l'île de Jésus réclamèrent-ils du gouvernement espagnol la prohibition des vaisseaux de guerre dans ce port, alléguant avec raison que depuis qu'ils y venaient mouiller, les oiseaux de mer disparaissaient.

Le guano qui se rapproche de la couleur grise est lourd, et il dégage une forte odeur d'ammoniaque ; il se dissout dans les acides, avec effervescence ; l'eau en dissout une petite quantité et contracte alors une odeur urineuse, une saveur un peu saléo et piquante ; elle précipite par l'ammoniaque, l'oxalate de potasse, le nitrate d'argent, le bicarbonate et le prussiate de potasse. La solution évaporée laisse déposer des cristaux de muriate de soude et de muriate d'ammoniaque. On peut la conserver pendant quelques jours sans qu'elle subisse d'altération ; mais ensuite elle acquiert une odeur et un goût extrêmement piquants. Soumis à la calcination, le guano dégage en abondance des vapeurs ammoniacales et ne laisse pour résidu qu'un charbon extrêmement léger. Fourcroy et Vauquelin, à qui M. de Humbodlt avait envoyé des échantillons de guano qu'il avait recueillis pendant son voyage au Pérou, ont constaté, dans cette substance, la présence de l'acide urique, saturé, en partie, par de l'ammoniaque, en partie par de la potasse, ainsi que celle de l'acide phosphorique combiné aux mêmes bases et à de la chaux. Ils y décélèrent, en outre, de petites quantités d'hydrochlorate d'ammoniaque et de potasse, une matière grasse *sui generis*, du quartz et du sable ferrugineux.

Le guano blanc est composé des mêmes éléments, mais il est exempt de sable et il n'exhale pas une odeur aussi forte, ce qui tient à ce qu'il n'a point subi de décomposition spontanée ; il est plus léger ; il contient moins de fer et de muriate de soude, et, quand on le traite par la calcination, il laisse dans le creuset un résidu plus considérable. D'après les analyses les plus récentes, le guano serait composé de :

Phosphate de chaux.	30,5	parties.
Sulfates et muriates.	3	
Acide urique	15	
Carbonate d'ammoniaque.	3	
Matières volatiles à 212° F., consistant principalement en eau et en carbonate d'ammoniaque	12	
Matières organiques.	36,5	
	100,0	

M. Brett, de Liverpool, a trouvé dans cette matière fertilisante :

Sels terreux insolubles, principalement phosphate de chaux.	29,2
Sels solubles, alcali fixe, sulfates et muriates. .	2,5
Matières organiques.	68,3
	100,0

La matière organique consistait en :

Acide urique.	16,1
Ammoniaque.	8,7
Matières organiques non déterminées et humidité.	43,5
	68,3

Nous devons prévenir nos lecteurs que la constitution chimique du guano est susceptible de variations nombreuses. Les échantillons de guano analysés par MM. Klaproth et Voelckel contenaient :

	Voelckel.	Klaproth.
Urate d'ammoniaque.	9	16
Oxalate d'ammoniaque..	10,6	0,0
— de chaux.	7	12,75
Phosphate d'ammoniaque.	6	0,0
— d'ammoniaque et de magnésie	2,6	0,0
Sulfate de potasse.	5,5	0,0
— de soude.	3,3	0,0
Chlorure de soude (sel commun).	0,0	0,5
— d'ammoniaque (sel ammoniac).	4,2	0,0
Phosphate de chaux.	14,3	10
Argile et sable.	4,7	32
Matières organiques non déterminées parmi lesquels 12 p. 100 sont solubles dans l'eau—une petite quantité de sel de fer soluble et de l'eau.	32,53	28,75

En résumé, le guano peut être regardé comme un composé impur de phosphate de chaux, d'urate, d'oxalate, de phosphate d'ammoniaque et d'autres sels. La composition de ces sels indique, par elle-même, que le guano doit être, en effet, un puissant engrais, et, pour s'en convaincre, il suffit de jeter les yeux sur l'analyse élémentaire de l'acide urique, qui, suivant Prout, est composé par :

Hydrogène.	0,125
Carbone.	2,250
Azote.	1,750
Oxygène.	1,500
	5,625

Le guano présente sans doute des variétés de composition en rapport avec l'espèce des oiseaux qui le fournissent et avec le genre de nourriture que prennent ces oiseaux. Ce qui donne à cet engrais une si grande supériorité sur la colombine et la poulaitte, c'est qu'il provient d'oiseaux qui se nourrissent de poissons. Nous n'en saurions douter quand nous comparons chimiquement les excréments de ces oiseaux avec ceux des pigeons ou des poules. Tandis que, par exemple, on trouve à peine des traces d'acide urique dans l'excrément des oiseaux de nos basses-cours, on constate dans ceux de l'orfraie (espèce d'aigle de mer qui se nourrit de poissons) :

Partie solide de l'excrétion.		Partie liquide de l'excrétion.	
Ammoniaque. . . .	9,2 %	Acide urique.. . .	59 %
Acide urique. . . .	84,65	Phosphates terreux et alcalins, sulfates et chlorures. .	41
Phosphat. de chaux.	6,15		
	100		100

La date de la découverte du guano et celle de son application à l'agriculture, au Pérou, est tout à fait inconnue ; nul doute que son emploi ne remonte à la plus haute antiquité. Dans quelques parties de l'A-

mérique où le sol est volcanique et sablonneux, on n'obtiendrait aucun produit sans l'action fertilisante de cet engrais.

On a calculé que 12 à 1,4000 quintaux de guano sortaient annuellement du port de Mollendo pour être employés dans les contrées voisines d'Arequipa. Dans la province de Taracapa et dans les vallées de Victor et de Tambo, la consommation du guano est encore plus forte. Le blé, les arbres à fruit, toutes les plantes, en général, à l'exception de la canne à sucre, y sont traitées par le guano, tandis que dans le district d'Arequipa son emploi est restreint à la culture du maïs et de la pomme de terre.

Les expériences faites, tant en France qu'en Angleterre, ont démontré toute la valeur du guano. Mais, malheureusement, le prix en est relativement trop élevé pour qu'il y ait avantage à le préférer au fumier ordinaire. Il ne faut pas moins de 3 à 400 kilog. de guano pour fumer un hectare, ce qui porte le prix de la fumure à 114 fr. Or, comme les effets du guano sont fort peu permanents, il en résulte qu'on ne doit presque rien attendre de lui pour une seconde récolte, et que son emploi devient plus coûteux que celui des autres engrais.

Nous croyons qu'on peut remédier à cet inconvénient en mêlant le guano, soit avec du charbon, comme on le fait en Angleterre, soit avec du plâtre, comme le recommande M. Girardin. Il est évident que, le charbon ayant la propriété d'absorber et de retenir les gaz ammoniacaux, et le plâtre jouis-

sant de la faculté de convertir les sels ammoniacaux du guano en sels moins volatils, on parvient, à l'aide de ces substances, à rendre l'action de cet engrais plus permanente, et à faire qu'elle s'étende aux récoltes subséquentes.

Frappé du prix élevé du guano, non moins que des difficultés qui se rattachent à l'approvisionnement régulier de cette substance et, par conséquent, à son emploi journalier, M. Johnston a cherché à faire un guano artificiel dont les propriétés sont, à vrai dire, extrêmement énergiques et dont le prix assez modique nous permettrait l'usage si, chez nous, comme en Angleterre, on adoptait le degrèvement du sol. Voici cette composition :

Os réduits en poudre.	315 kilogr.
Sulfate d'ammoniaque.	100
Sel marin.	100
Cendres neuves.	5
Sulfate de soude sec	11
	531 kilog.

Le coût de ces 531 kilog. est de 102 fr. 50 cent. en Angleterre ; il serait en France, au prix actuel du sel, de 127 fr. 50 cent., ce qui ne laisse pas, cependant, que de constituer une énorme différence de prix entre le guano artificiel et celui du Pérou.

Tous les essais qu'on a faits avec le guano constatent sa supériorité sur les autres engrais. Ainsi, 35 boisseaux, par acre,

De guano, donnaient.	639	livres de pommes de terre.
De fumier de cheval	626	
— de porc.	534	
Le sol simple donnait.	446	

La même quantité de terrain planté en betterave et fumé avec :

	Feuilles. Tonnes.	Racines. Tonnes.
Fumier de porc et des cendres, 360 boisseaux par acre, donnait.	131	66 1/2
Guano, 35 boisseaux par acre.	153 3/4	77 3/4
Le sol non fumé ne donnant que. . . .	38	19 1/2

Un même sol ayant été semé en blé et fumé avec différents engrais par M. Banton, on a pu constater encore la supériorité du guano :

	Paille. Quintaux	Graine. Boiss.
Le sol simple donna.	23	39
Le sol fumé avec le guano 1 quintal 1/4). .	34	45
— avec guano et nitrate de soude (1 quintal 1/2 de chaque). . .	30	44
— avec nitrate de soude seul (1 quintal 1/4).	30	41
— avec chaux (4 tonnes).	23	42 1/2
— avec chaux 10 quintaux et sel 5 quintaux, mêlés huit jours avant l'emploi.	23	39

Les expériences comparatives faites auprès de Bayonne, à la ferme expérimentale de Saint-Pierre, confirment les résultats que nous venons de signaler

ici. Les pommes de terre, les vesces, l'avoine, le trèfle, et notamment les prairies, donnent, après l'application du guano, des produits bien supérieurs, en abondance et en qualité, à ceux qu'on obtient au moyen des autres engrais, tels que le fumier, les cendres, la chaux, la terre et la chaux, la poulaitte, etc., etc.

CHAPITRE XV.

DE QUELQUES MATIÈRES ANIMALES EMPLOYÉES COMME ENGRAIS. — LES OS. — LES CHIFFONS DE LAINE. — LES POISSONS.

Les os. L'usage des os, en agriculture, remonte déjà à 1775. C'est au colonel Saint-Léger que sont dus les premiers essais qu'on ait tentés à leur sujet; mais ce n'est guère que depuis quelques années qu'on a commencé à les employer un peu largement et avec succès. Jusque-là, appliqués au sol sans soin, sans méthode, sans avoir été préalablement divisés, ils se décomposaient si lentement qu'il était impossible de constater les avantages qui résultaient de leur usage; mais, lorsqu'on eut inventé des machines pour les pulvériser, on reconnut bientôt que les os constituaient un engrais puissant, et les Anglais, qui les appliquèrent si avantageusement à la culture des turneps, en importèrent d'immenses quantités de la Russie, de la Prusse, de la Suède, etc., etc.

Il n'est peut-être pas de substance fertilisante dont la chimie puisse aussi facilement expliquer l'action, car il n'est aucune des matières terreuses et animales

qui composent les os, qu'on ne retrouve aussi dans les végétaux. Si le charbon, l'hydrogène et l'oxygène abondent dans les graisses et les cartilages des os, ils abondent aussi dans toutes les matières végétales ; et les carbonate et phosphate de chaux, si communs dans ces dernières, n'existent pas moins universellement dans les os.

Bien que la constitution chimique des os varie en raison de l'âge et de l'espèce des animaux auxquels ils appartiennent, on peut dire cependant qu'elle n'offre pas de différences extrêmement sensibles. Aussi nous contenterons-nous de donner ici une analyse des os de bœuf.

100 parties de ces os renferment, suivant Berzelius, avant la calcination :

Cartilage.	33,30 parties.
Phosphate de chaux.	55,35
Fluate de chaux.	3,00
Carbonate de chaux	3,85
Phosphate de magnésie. . . .	2,05
Soude avec un peu de sel commun..	2.45
	100,00

Le test de l'écrevisse, l'écaille de l'huître, la coquille de l'œuf, sont composés des mêmes éléments, mais dans des proportions différentes.

Il est une autre source d'où l'agriculture tire de grandes quantités de phosphate de chaux ; je veux parler du phosphate de chaux natif qu'on emploie avec

autant d'avantage que les os récents, car il est bien démontré que les matières grasses et les cartilages que contiennent ces derniers n'en constituent pas la principale qualité; ce qui fait que les fermiers emploient les os privés de ces matières par les fabricants de gélatine, tout aussi volontiers qu'à leur état naturel. En effet, les recherches de de Saussure et de Vauquelin, recherches que nous avons déjà mentionnées en démontrant que le phosphate de chaux est le constituant nécessaire du froment, de l'orge, de l'avoine, etc., etc., nous portent également à penser que, de toutes les substances qui concourent à la formation des os, le phosphate de chaux est très certainement la plus importante.

L'insolubilité du phosphate de chaux rend assez difficile l'explication de son action sur la végétation; mais quiconque veut bien se rappeler que la silice, substance encore plus dure, plus résistante, se retrouve dans la paille de blé, doit croire que les végétaux ont des moyens d'absorber et d'assimiler telles substances que nous nommons *insolubles*. Le phosphate de chaux est soluble dans quelques acides; mais, comme il ne l'est nullement dans l'eau, il nous reste toujours à rechercher par quels moyens la nature permet qu'il pénètre dans les plantes. Ne peut-on pas supposer que certains sels ou certains gaz, accidentellement contenus dans l'eau, favorisent sa dissolution? ne peut-on pas croire que l'électricité qui préside à la plupart des changements que subit la matière, exerce aussi quelqu'influence sur la solubilité ou

l'insolubilité des corps, et notamment sur celle du phosphate de chaux mis en contact avec les spongioles des racines d'une plante?

Les expériences faites en Angleterre depuis une assez longue série d'années prouvent que les sols légers et secs se trouvent fort bien de l'addition des os. On les applique à la dose de 20 à 25 boisseaux par acre; mais il ne faut jamais oublier que les effets de cet engrais ne se manifestent qu'avec lenteur. Aussi peut-on le considérer comme un des plus permanents que nous possédions. Réduits en poudre, les os agissent pendant une ou deux saisons; s'ils sont en morceaux d'un demi-pouce à un pouce, leur action dure pendant deux ou trois années, et toujours plus énergiquement pendant la seconde que pendant la première.

Parmi les récoltes qui ressentent le plus manifestement les propriétés bienfaisantes des os, nous citerons le trèfle blanc. L'analyse chimique devait faire prévoir ce résultat, car cette plante contient une grande quantité de phosphate de chaux.

M. Knight, qui en a fait aussi l'application aux pommes de terre, se loue beaucoup de ses bons effets; mais c'est surtout sur les prairies qu'il exerce l'action la plus fertilisante et la plus marquée.

Chiffons de laine. Les chiffons sont presque entièrement composés de matière animale. Ils contiennent une grande quantité de substance analogue à l'albumine de l'œuf, quelques traces de chaux, de silice et

de sels. M. Henry a constaté que 100 parties de ces chiffons étaient constitués par :

Carbone.	55 parties.
Oxygène	29 1/2
Hydrogène.	3
Azote.	12 1/2

Après cette analyse, il est inutile de dire que la valeur des chiffons de laine, employés comme engrais, dépend principalement des 55 parties de carbone et des 12 parties d'azote qu'ils contiennent. Ils se décomposent lentement dans le sol et se rapprochent, sous ce rapport, de la substance osseuse. Les fermiers du midi de l'Angleterre en emploient plus de 20,000 tonnes, par an, à la fumure du blé, du houblon et des turneps.

Poissons. — Huile de poissons. Indépendamment des 70 p. 100 de carbone que contiennent ces substances, carbone auquel elles doivent leurs principales propriétés fertilisantes, il entre encore dans leur composition d'autres parties que les végétaux peuvent utiliser. Non-seulement les muscles sont imprégnés d'huile, mais les écailles et les os renferment de l'albumine coagulée, du phosphate et du carbonate de chaux, en différentes proportions. Toutes ces matières, à mesure qu'elles se putréfient dans le sol, sont converties en gaz qui sont aussitôt employés à la nutrition des plantes; mais la proportion de substances salines est si faible dans ces matières que leur

vertu fertilisante cesse dès l'instant où la fermentation putride les a décomposées et totalement détruites. Aussi, les cultivateurs savent-ils bien que les poissons, employés comme engrais, ne peuvent servir que pour une récolte.

L'huile de poisson et le blanc de baleine, analysés par Thomson, ont fourni :

	Huile.	Blanc de baleine.
Carbone.	68,87	78,00
Hydrogène.	16,10	11,80
Oxygène.	15,03	10,20
	100,00	100,00

Si l'on compare cette analyse avec celle de la fécule du sucre et du bois de chêne, on sera frappé de l'analogie de composition qui existe entre ces substances et l'huile des poissons. Ainsi, d'après les recherches de MM. Berzelius et Gay-Lussac, le sucre, la fécule de froment et le bois de chêne renferment :

	Sucre.	Fécule.	Bois de chêne.
Carbone. . . .	41,48	43,35	52,53
Hydrogène. . .	7,05	6,77	5,69
Oxygène. . . .	51,47	49,68	51,78
	100,00	100,00	100,00

Faut-il s'étonner après cela que les poissons qui fournissent des matières analogues à celles qui forment presque toutes les substances végétales, puissent servir d'engrais et d'aliment aux récoltes? En France, on ne

se sert jamais de ce moyen de fertilisation, mais il est général en Angleterre, dans les comtés d'Essex, de Kent et de Suffolk. La quantité employée par acre de terre varie de 25 à 45 boisseaux. Les sols graveleux, pauvres, en consomment plus que les terres argileuses. On les répand à la main sur les terres destinées à l'avoine, sur lesquelles ils produisent des effets merveilleux, si la chaleur de l'été n'est pas trop forte. Ils donnent aussi de très bons résultats lorsqu'on les emploie mêlés à de la terre et laissés en tas, pendant quelque temps, avant leur application au sol. M. Smith de Kelvedon a fait avec l'engrais de poissons des expériences comparatives que je consigne dans le tableau suivant :

	Graine.	Paille.
Sprat (1) 50 boisseaux par acre ont donné en froment..	7 quartiers, 1 boisseau.	1 tonne, 10 quint., 8 liv.
— salpêtre 1 quintal.. . . .	6 quartiers, 6 boiss.	1 tonne, 5 quint., 7 liv.
— fumier de ferme 10 voitures.	5 quartiers, 6 boiss.	1 tonne, 2 quint., 6 liv.
— sol non fumé.	5 quintaux.	0,19 quintaux.

Les poissons les plus employés sont les *sprats*, les pilchards (sardines), le petit hareng et les sticklebacks (épinoche). L'extrême facilité avec laquelle tous les poissons se putréfient, la difficulté qu'on éprouve à se les procurer, même en Angleterre, dans les pays un peu éloignés des côtes, la mauvaise odeur

(1) Espèce d'éperlan très abondant sur les côtes d'Essex.

qu'ils répandent pendant le transport, etc., etc., seront toujours des obstacles à leur emploi général en agriculture; malgré cela, la consommation qu'on en fait dans certaines contrées de ce royaume augmente tous les ans, et l'on espère, au moyen des chemins de fer, généraliser un peu plus leur application.

CHAPITRE XVI.

DE QUELQUES ENGRAIS VÉGÉTAUX. — ENGRAIS VERTS. — TOURTEAU DE COLZA. — SCIURE DE BOIS. — CHARBON.

Engrais verts. Bien que les engrais verts aient depuis longtemps attiré l'attention des agriculteurs, c dont on ne saurait douter après la lecture de Xéno phon, on peut dire qu'ils n'ont jamais été méthodi quement et généralement employés. Cela tient à c que les cultivateurs, au lieu d'enfouir dans le sol le produits de leurs terres avec l'intention de provoque une récolte future, préfèrent utiliser ces produit pour la nourriture de leurs bestiaux. Cependant toutes les fois que pour fumer les terres on s'est serv de substances vertes succulentes, telles que des he bes recueillies dans les champs, au bord de la me des rivières ou des fossés, on est arrivé à des résulta favorables, résultats que devaient faire prévoir la na ture des gaz qui se dégagent pendant la putréfactio de ces substances. Ces gaz varient, du reste, selon l diverses espèces de plantes employées. Celles q contiennent du gluten dégagent de l'ammoniaqu

les oignons évolvent de l'hydrogène phosphoré, d'autres matières végétales fournissent de l'hydrogène et du gaz acide carbonique. Tous ces gaz mêlés avec le sol doivent nécessairement servir d'aliment aux végétaux qu'il supporte. Les agriculteurs savent fort bien, en effet, que le blé le plus beau succède au plus riche gazon, et que là où l'on a *retourné* une bonne récolte de trèfle rouge, on a presque la certitude de récolter d'excellent froment; l'explication chimique de ce fait n'offre aucune difficulté : outre la fibre ligneuse, les plantes vertes contiennent une matière sucrée ou mucilagineuse qui passe aisément à la fermentation. Enterrées dans le sol, elles se décomposent lentement; les matières solubles sont dissoutes graduellement et utilisées pour la nutrition des végétaux. L'époque de la vie des plantes dont on se sert comme engrais verts n'est pas indifférente; déjà nous avons eu l'occasion de dire que le sarrasin fertilise d'autant plus le sol qu'il y a été enterré à une période plus rapprochée de sa floraison. C'est alors, en effet, que les végétaux contiennent la plus grande quantité de principes nutritifs. Quand on défriche de vieux pâturages pour les mettre en culture, non-seulement le sol a été enrichi précédemment par la mort et la décomposition lente des végétaux qui croissaient à sa surface, mais il l'est encore par la mort et la décomposition des racines et des feuilles des herbes qui vivent sur lui au moment même, et dont la décomposition graduelle lui fournit, pendant plusieurs années, un ap-

provisionnement de matières extractives, sucrées ou mucilagineuses.

Quand les substances végétales vertes ont été enfouies dans le sol, elles se flétrissent, perdent rapidement leur couleur verte, et bientôt après la putréfaction s'empare d'elles. Toutefois, il faut pour cela qu'il y ait de l'humidité et que la température du sol soit environ de 45° F. C'est par le concours de ces circonstances que se forme le terreau, *humus*, substance à laquelle les terres de l'Amérique doivent leur fertilité si renommée.

Tourteau de colza. L'emploi des tourteaux de colza pour la fertilisation des terres est fort répandu en Belgique et en Angleterre. Chez nous, on ne l'emploie guère que dans nos départements du Nord, encore le mélange-t-on avec de l'urine ou du purin pour fabriquer l'espèce d'engrais que nous avons désigné sous la dénomination d'engrais liquide.

Le tourteau de colza contient beaucoup de mucilage, des matières albumineuses et un peu d'huile. On l'employait autrefois à la dose d'une demi-tonne par acre ; mais si l'on a soin de le pulvériser et de le semer en même temps que la graine que l'on confie au sol, la moitié de cette dose paraît suffisante. Mêlé dans la proportion d'un tiers avec du fumier de ferme ou avec quelques matières salines, il constitue un excellent engrais, très nuisible aux vers et aux insectes qui infestent les récoltes. Cent parties de tourteau contiennent :

Eau.	10,5
Matière organique.	85,5
Phosphate terreux.	3
Silicate de potasse.	1
	100,0

Comme tous les engrais de nature huileuse, ses effets sont plus marqués pendant les saisons pluvieuses que pendant les saisons sèches. Aussi, son application aux terres argileuses et humides donne-t-elle des résultats beaucoup plus avantageux que son emploi dans les sols secs et sableux. Toutefois, les expériences de M. John Hannam ont démontré qu'il était encore extrêmement utile, quoiqu'appliqué à un sol pauvre et léger.

Bran de scie. Le bran de scie possède des propriétés fertilisantes qu'on ne saurait mettre en doute; mais ces propriétés sont plutôt continues qu'immédiates. M. Thomson ayant laissé de la sciure de bois dans un lieu humide, jusqu'à ce qu'elle commençât à se putréfier, la répandit alors sur une pièce de terre. Pendant les deux premières années, cette portion de terre ne produisit rien de plus que la terre voisine qui n'avait reçu aucun engrais; la troisième, elle donna un peu plus; il en fut de même de la quatrième, et quand vint la cinquième année cette pièce de terre atteignit son maximum de fertilité qui diminua successivement d'année en année, jusqu'à ce qu'elle fût totalement épuisée.

100 parties solides de bois de chêne, soumises à

l'incinération, donnent deux parties de cendres; 100 parties de ces cendres contiennent :

Sels solubles.	38,06	parties.
Phosphate de chaux.	4,05	
Carbonates terreux.	32,00	
Silice.	2,00	
Oxydes métalliques.	2,25	
Perte.	21,64	
	100,00	

MM. Sim et H. Drummond emploient depuis longtemps la sciure de bois ; mais ils la mêlent avec du fumier de ferme, ou la font entrer dans d'autres compositions. Tous les deux s'accordent à dire qu'ils en retirent alors de grands avantages. En effet, la sciure de bois ne donnant de résultats qu'autant qu'elle commence à subir un mouvement de décomposition, son mélange avec des matières très putrescibles, tels que le fumier de porc ou le fumier de ferme ordinaire, active sa décomposition et rend son application plus profitable. On arrive au même résultat, et peut-être plus rapidement, en ajoutant à la sciure de bois un dixième de chaux.

Charbon. Cette matière est destinée, pour l'avenir, à figurer parmi les substances fertilisantes accessoires les plus précieuses que possède l'arigulture, car elle est indestructible et ne perd aucune de ses propriétés, sous l'influence du temps. Le charbon à l'état naturel est noir, insapide, inodore, insoluble

dans l'eau, cassant et facilement pulvérisable. Chauffé à vase clos, il résiste à l'action de la plus forte chaleur.

La propriété principale du charbon, la seule qui se rattache à la question des engrais, consiste dans la puissance qu'il a d'absorber tous les gaz, de les retenir et de les céder à l'eau. De nombreuses expériences ont démontré qu'à l'état récent il pourrait absorber 90 fois son volume de gaz ammoniac et 35 fois son volume de gaz acide carbonique. Mais cette propriété est le résultat d'un effet mécanique complétement étranger à une action chimique; aussi lorsque le charbon, auquel on a fait absorber des gaz, est soumis à la chaleur, ces gaz s'échappent-ils sans que les molécules du charbon aient subi le moindre changement.

La propriété d'absorption dont nous parlons est d'autant plus prononcée que le charbon est plus dense et en poudre moins fine; c'est ce qui fait que celui qui provient du bois et qui n'est réduit qu'à l'état de granulation est le meilleur qu'on puisse employer en agriculture. En effet, dans cet état il absorbe tous les gaz avec lesquels il se trouve en contact, et s'il est mêlé avec quelques engrais contenant de l'ammoniaque disposée à s'échapper sous forme de gaz, il ne manque pas de retenir ce gaz, de le fixer jusqu'à ce qu'il vienne une pluie qui le dissout et l'entraîne dans le sol, où il doit servir à la nutrition des plantes. Ainsi débarrassé, par la pluie, des gaz qu'il retenait, le charbon recouvre sa faculté d'ab-

sorption ; d'où il résulte qu'on peut dire qu'il agit, à l'égard du sol dans lequel on l'introduit, comme un véritable réservoir à gaz.

Le charbon ne se borne pas à absorber les gaz que fournissent les engrais. Il en est qui viennent d'une autre source et qu'il ne manque pas de retenir. S'il pleut, par exemple, et la pluie, nous le savons, contient toujours une petite quantité d'ammoniaque, s'il pleut, disons-nous, il s'empare de l'ammoniaque contenue dans l'eau du ciel, il la fixe, alors que, sans lui, elle serait emportée avec l'eau qui s'échappe du sol, sous forme de vapeur.

CHAPITRE XVII.

DES ENGRAIS SALINS.

Sel commun. Parmi les substances employées pour concourir à la fertilisation du sol, aucune n'a soulevé plus de controverse que l'usage du sel commun. Nous le voyons encore aujourd'hui recommandé ou défendu par des savants distingués; faut-il s'en étonner, lorsqu'on réfléchit à l'énormité de l'impôt qui pèse sur ce produit et à l'imperfection des notions scientifiques qui ont généralement dirigé son application?

Jusqu'en 1823, époque où les droits qui pesaient sur le sel furent supprimés en Angleterre, il faut avoir recours à la tradition pour recueillir quelques renseignements sur la propriété du sel. Saint Luc en fait une mention avantageuse; Caton le recommande pour les animaux et les prairies; dans les temps les plus reculés, les Espagnols l'ont donné aux bêtes à laine; et dès l'an 1570, Conrad Herebasch le recommande comme un moyen certain de prévenir les épizooties, la pourriture, etc., etc. En France, quelques agriculteurs se bornaient à dire, mais aussi par tradition, que le sel commun détruisait les vers, les

insectes et les mauvaises herbes ; qu'il adoucissait les prairies, et qu'il augmentait la fertilité des sols légers. Ces avantages ressortaient de certains faits soumis à leur observation. Ils avaient remarqué, par exemple, que la saumure répandue sur des tas d'herbes, non-seulement les tuait ainsi que les graines et les insectes, mais que, de plus, elle convertissait ces herbes en un terreau très fertilisant dont les effets sur les carottes et les pommes de terre étaient des plus avantageux. Ils savaient aussi que les portions de prairies sur lesquelles on répandait cette saumure étaient préférées par les chevaux, les brebis, les bœufs, etc., etc.

Le sel commun est constitué par 59 parties 1/2 de chlore et 40 1/2 de sodium. Il existe en petite quantité dans presque toutes les eaux et tous les sols. C'est lui qui donne à l'eau de mer et aux sources salées la saveur qu'on leur connaît. On le trouve aussi, au sein de la terre, sous formes de masses énormes; il porte alors le nom de sel gemme.

Les propriétés du sel commun se rattachent à six chefs principaux :

1° Employé en petites quantités, il provoque la décomposition des substances animales et végétales. C'est un fait affirmé par MM. James Pringle et Macbride. Si nous voulons nous reporter à la découverte de M. Macaire, relativement aux excrétions des végétaux (découverte dont nous avons parlé page 49), nous comprendrons tout le profit qu'on peut tirer de cette propriété du sel, pour opérer la décomposition

de ces produits excrétés, produits que nous savons être si nuisibles aux plantes d'espèce analogue, mais qui, décomposés et rendus solubles, peuvent servir d'aliment, sinon aux plantes d'où ils proviennent, du moins à des plantes d'espèces différentes.

2° Il détruit les vers et les insectes; il tue les mauvaises herbes et les convertit en terreau.

3° Il est utile aux plantes comme aliment direct; les végétaux qui croissent sur un sol salé artificiellement en contiennent une proportion plus considérable.

4° Il agit sur la végétation à la manière des stimulants. Si l'on place des pieds de menthe ou d'autres plantes dans de l'eau additionnée de sel commun, en différentes proportions, depuis un grain jusqu'à douze, par exemple, pour une once et demie d'eau, ces plantes meurent d'autant plus vite que les solutions sont plus chargées, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à celle qui ne contient que trois grains de sel, au milieu de laquelle la végétation s'accomplit aussi bien que dans l'eau simple, et persiste pendant beaucoup plus de temps. Dans cette dernière solution, de même que dans les plus concentrées, toutes les plantes fleurissent plus tôt que celles qui vivent dans l'eau pure. On s'est parfois servi d'une solution de sel pour faire pousser des graines qui étaient restées enfouies dans la terre, sans germer, et M. Barton a mis à profit le propriétés stimulantes de cet agent pour restituer à quelques boutures exotiques la vitalité qu'elles avaien en partie perdue, pendant un très long voyage.

5° Il préserve les plantes des transitions subites de la température. Plusieurs expériences, consignées dans les Annales de Young, viennent à l'appui de cette assertion. On met à profit cette propriété du sel pour préserver de la gelée les récoltes de navets, de carottes, etc., etc.

6° Un immense avantage de l'emploi du sel pour la fertilisation des terres, résulte de la faculté qu'il possède, à un très haut degré, d'absorber l'humidité. Quand 1,000 parties d'un sol très riche, séché à 212° F., exposé ensuite dans un air saturé d'humidité, et à une température de 62° F., absorbent 25 parties, en l'espace de dix-huit heures, 1,000 parties du même sol, additionné de 6 quintaux de sel par acre, et placé dans les mêmes circonstances, absorbent 27 parties.

La puissance d'absorption du sel commun, comparée à celle des engrais suivants, donne pour résultat les nombres exprimés dans la table que nous reproduisons ici.

1,000	parties de déchet de sel séché à 212° F., exposées pendant trois heures à une température. de 60°, dans un air saturé d'humidité, absorbent.	49 1/2 parties.
1,000	parties de suie absorbent.	36
1,000	parties d'argile cuite.	29
1,000	parties de cendres de houille.	14
1,000	parties de chaux.	11
1,000	parties de gypse.	9
1,000	parties de craie.	4

Le pouvoir d'absorption du sel commun est beaucoup au-dessus de celui des autres substances que nous avons citées; si l'on veut se rappeler que les sols sont, en général, d'autant plus fertiles qu'ils absorbent mieux l'humidité de l'air, on sera nécessairement amené à penser que le sel est destiné à jouer un rôle important parmi les matières fertilisantes.

Les expérimentateurs qui tenteront de constater les propriétés du sel commun appliqué à la fertilisation des terres, ne devront pas oublier qu'il donne rarement à la tige du blé plus de hauteur et plus de grosseur, et qu'il ne faut pas toujours rechercher les effets de son influence dans le développement de cette tige, mais bien dans l'épi qui se montre alors plus plein, plus lourd et plus nourri. Cette substance, dit M. Sinclair, paraît diminuer le produit de la paille et augmenter le poids de la graine. Dans quelques cas où l'accroissement de la récolte était de 6 boisseaux par acre, cet agriculteur n'a jamais vu la quantité de paille devenir plus considérable. Nous ne saurions trop insister sur ce fait qui doit mettre en garde le cultivateur et l'engager à ne pas juger, par la simple apparence, les récoltes venues sur un sol additionné de sel, mais à constater leur qualité, soit en pesant la graine, s'il fait ses expériences sur une petite échelle, soit en la mesurant, s'il agit en grand.

En 1819, M. Johnston obtint, à l'aide du sel, un accroissement de 5 boisseaux 1/2 de blé par chaque acre de terre, légère et graveleuse, située dans le comté d'Essex. La quantité de sel qu'il employait ne fut

jamais au-dessous de 10, ni au-dessus de 20 boisseaux par acre. En 1820, il se livra à de nouvelles expériences qui le conduisirent au résultat suivant :

	Boisseaux.	Livres.
1° Un acre de terre, non fumé depuis quatre années, donna en blé.	13	26
2° La même quantité de la même terre, fumée l'année précédente pour une récolte de pommes de terre, donna en blé. . . .	26	52
3° Le même sol et la même quantité, non fumé depuis quatre ans, traité par 5 boisseaux de sel, donna.	26	12

La table suivante, que nous devons à M. George Sinclair, résume la plupart des recherches faites en Angleterre sur l'action du sel, soit qu'il ait été employé seul, soit qu'il ait été appliqué au sol avec d'autres matières fertilisantes. La terre sur laquelle toutes les expériences furent faites était sableuse ; les portions de cette terre mises en culture étaient de 36 pieds carrés. Enfin, on s'était servi pour semence de blé de Talavera, semé le 5 novembre et récolté le 2 août 1818.

ESPÈCE D'ENGRAIS employé et mode d'application.	Quantité d'engrais par acre.				Produit en blé par acre.	
	Fumier en tonnes.	Sel en boisseaux.	Chaux en boisseaux	Tourteaux en boiss.	Boisseaux.	Poids du boiss.
	liv.	liv.	liv.	liv	liv.	liv.
Fumier mis en terre avant l'ensemencement.	45	—	—	—	49	57 3/4
Sel et fumier enfouis, et sel mêlé avec la semence.	45	44	—	—	75	58
Sel mêlé avec le sol à 4 pouces de profondeur, avant l'ensemencement.	—	44	—	—	91	59
Sel idem, idem.	—	51/2	—	—	77	59
Sel semé avec la graine.	—	51/2	—	—	73	57
Sel mêlé avec le fumier, enfouis à 4 pouces de profondeur.	45	51/2	—	—	75	52 1/2
Sel et fumier : sel semé avec la graine, fumier enfoui dans le sol.	45	51/2	—	—	95	59
Sel et fumier : sel appliqué à la surface du sol.	45	51/2	—	—	82	57 1/2
Sel seul appliqué à la surf. du sol.	—	51/2	—	—	60	55
Sel et engrais : sel appliqué à la surface du sol.	45	44	—	—	35	53 3/4
Sel simplement appliqué à la surface.	—	44	—	—	77	56
Sel et chaux mêlés, appliqués avec la graine.	—	51/2	121	—	66	56 1/2
Sel et chaux mêlés, appliqués avant l'ensemencement.	—	51/2	120	—	68	56 3/4
Sel et chaux mêlés, appliqués à la surface du sol.	—	51/2	120	—	64	56
Chaux appliquée avec la graine. .	—	—	120	—	53	52 1/2
Chaux appliquée à la surface du sol.	—	—	120	—	57	54 1/2
Sel, chaux et fumier mêlés, appliqués comme le fumier ordinaire.	90	51/2	120	—	62	56 1/2
Fumier de ferme récent.	41	—	—	—	71	56 1/2
Sel et fumier récent, mêlés. . . .	41	22	—	—	71	56 3/4
Chaux et fumier récent.	41	—	120	—	54	57
Tourteaux mêlés avec la graine.	—	—	—	51/2	48	56
Tourteaux appliqués comme le fumier ordinaire.	—	—	—	51/2	73	60
Tourteaux et chaux appliqués comme le fumier ordinaire. . . .	—	—	120	51/2	74 1/4	56 3/4
Sel et tourteaux mêlés, appliqués avec la graine.	—	51/2	—	51/2	60 1/4	57 1/2
Sel, tourteaux et fumier appliqués comme le fumier ordinaire.	90	51/2	—	51/2	74 1/2	58
Sel, tourteaux et chaux.	—	51/2	120	51/2	71	51 1/4
Sel, tourteaux et chaux appliqués avec la graine.	—	51/2	120	51/2	55 1/4	55 1/4
Id. id. id. appliqués à la surface.	—	51/2	120	51/2	66	58

En 1820, à Neybridge, un sol d'alluvion de bonne qualité, ensemencé avec de l'orge et traité avec :

Sel 6 boisseaux et fumier d'étable 20 charges par acre, donna. . . . . 65 boiss.

Dans la même année, M. Banson obtint par acre :

1° D'un sol non fumé . . . . . 30 boiss. d'orge.
2° Du même sol traité avec 16 boisseaux de sel. 51

Les expériences tentées sur l'orge par M. Sinclair, sont résumées dans le tableau qui va suivre :

ESPÈCE D'ENGRAIS et mode d'emploi.	Quantité par acre		Produit.	
Orge.	Sel en boisseaux.	Chaux en boisseaux.	Boisseaux.	Poids par boiss.
	liv.	liv	liv.	liv.
Sol sans aucun engrais.	—	—	12	43 1/2
Sel semé avec la graine.	55	—	20	43 1/2
Id. id. id.	51/2	—	20	42 1/4
Sel appliqué avant l'ensemencement.	33	—	28 1/3	44 1/4
Id. id. id.	11	—	28 3/4	43
Id. id. id.	51/2	—	23 1/3	43
Sel et chaux appliqués avant l'ensemencement.	33	60	9	42 1/2
Id. id. id.	11	60	22	42 1/4
Id. id. id.	161/2	30	13 1/3	43
Chaux mêlée et semée avec la graine.	—	60	18 1/4	43 3/4
Chaux mêlée avec le sel avant l'ensemencement.	—	60	10 3/4	43 1/4

Il ressort de ces expériences qu'une trop grande quantité de sel n'est pas meilleure aux récoltes, et qu'elle peut même leur devenir nuisible ; ce fait est encore mis en évidence par quelques applications faites à haute dose sur un sol ensemencé avec de l'avoine. Ainsi, un terrain qui, sans aucune espèce d'engrais, donnait par acre 28 boisseaux d'avoine de 33 livres pesant chacun,

	Boiss. d'avoine.	Livres.
Donnait avec sel semé en même temps que la graine à la dose de 44 boisseaux.	17 1/4	30 1/2
Avec sel mêlé au sol.	27	27

Diverses expériences faites sur des pommes de terre plantées dans un sol graveleux, ont conduit aux résultats suivants :

1° Sol simple produit, par acre.	120 boiss.
2° Sol additionné de 20 boiss. de sel, en septembre.	192
3° Sol additionné de fumier d'étable 20 charges, au printemps	219
4° Sol additionné de 20 charges de fumier et 20 boiss. de sel.	234
5° Sol avec 40 boiss. de sel seul.	192 1/2
6° Sol avec 40 boiss. de sel et 20 charges de fumier.	244

Il existe, comme on peut en juger par ce tableau, une différence de 72 boisseaux entre la quantité produite par le sol simple et celle qu'a donnée le même sol additionné de 20 boisseaux de sel seul. Le mé-

lange du sel avec le fumier donne des résultats encore beaucoup plus beaux.

M. Edmond Cartwright entreprit en 1804 des recherches fort curieuses sur la valeur du sel employé seul à différentes doses, ou mélangé avec d'autres matières fertilisantes. D'un sol sableux, non fumé, il obtenait, par acre, 157 boisseaux de pommes de terre. Le même sol, traité par :

Sel 8 boiss., suie 30 boiss., donnent.	240 boiss.
Sel 8 boiss., cendres de bois 30 boisseaux.. . .	217
Sel 8 boiss., chaux 121 boiss., tourbe gypseuse 363 boisseaux.	201
Sel 8 boiss., chaux 121, fumier 363 boisseaux.	199
Sel 8 boisseaux	198
Suie 30 boisseaux.	192
Fumier récent 363 boisseaux.	192
Sel 8 boiss., malt 60 boisseaux.	189
Cendres de bois 60 boisseaux.	187
Sel 8 boiss., feuilles mortes 363 boisseaux . . .	187
Sel 8 boiss., cendres de tourbe.	185
Sel pulvérisé 60 boisseaux.	184
Sel 8 boiss., chaux 121, tourbe 363 boisseaux. .	183
Sel 8 boiss., sciure de bois 363 boisseaux. . . .	180
Sel 8 boiss., tourbe 363 boisseaux.	178
Feuilles mortes 363 boisseaux.	175
Sel 8 boiss., chaux 121 boisseaux.	175
Tourbe 363 boisseaux.	159
Sciure de bois 363 boisseaux.	155
Chaux 121 boisseaux.	150

On peut conclure de ce résumé qu'une petite quantité de sel est suffisante pour déterminer une forte

augmentation dans la production du sol, car 8 boisseaux de sel ont donné 198 boisseaux de pommes de terre, c'est-à-dire 41 boisseaux de plus que le sol non fumé, tandis que 60 boisseaux de sel n'ont donné que 184 boisseaux. Les mêmes expériences, faites sur des carottes, à la dose de 16 boisseaux par acre, ont conduit aux mêmes résultats.

Le sel, employé à la dose de 6 à 16 boisseaux par acre, exerce sur les prairies naturelles et sur les prairies artificielles une influence des plus bienfaisantes : il détruit les mousses, rend l'herbe plus fine, plus abondante, plus nourrissante et plus savoureuse. Le lait des vaches mises à l'usage de cette herbe est meilleur et plus copieux, et les engrais qui proviennent de ces animaux sont plus fécondants.

M. le professeur Kuhlmann, à qui les sciences agricoles doivent de savantes recherches sur la fertilisation des terres, a fait des expériences sur l'action du sel marin appliqué aux prairies. Il est arrivé à conclure que cette substance peut être d'une grande utilité pour activer la fertilité des terrains humides; mais qu'elle peut être inutile et peut même nuire à la végétation dans les terrains secs et élevés. Encore, ajoute-t-il, il est indispensable de ne pas outrepasser certaines proportions. En effet, sous ce dernier point de vue, tous les faits que nous avons recueillis tendent à prouver qu'une trop grande quantité de sel détruit les récoltes et rend le sol infertile ; mais quant à l'influence nuisible qu'il peut avoir, selon M. Kuhlmann, lorsqu'on l'applique sur des terrains secs,

nous ne pouvons la redouter comme lui, après avoir analysé avec soin toutes les recherches des expérimentateurs anglais, qui sont unanimes pour soutenir que le sel convient surtout aux terrains secs et légers, en raison de la propriété dont il jouit d'attirer l'humidité de l'air et de la fixer précisément sur des terres où elle fait trop souvent défaut.

Voici du reste le résumé des essais de M. Kuhlmann, par rapport au sel marin.

Dose employée.	Année 1845. Récolte obtenue		Total.	Excedants dus à l'engrais	
	en foin.	en regain.		en foin.	en regain.
200 kilog. par hectare. .	8,350	2,777	11,127	2,742	641
200 kilog. . . .	6,333	2,570	8,903	725	434

En 1846, sous l'influence de la sécheresse, le sel marin, ajoute le professeur distingué que nous citons, n'a plus produit qu'un résultat insignifiant. Sur une récolte de 6,823 kil. de foin, le regain ayant totalement manqué, le sel marin n'est intervenu en moyenne que pour 347 kil., soit qu'il ait été associé au sel ammoniac, ou qu'il ait, seul, servi d'engrais.

L'année 1846 a été pour ainsi dire une année de sécheresse absolue; nous croyons, avec M. Kuhlmann, que le sel réussit mieux dans les prairies humides, et que les résultats insignifiants obtenus cette année à l'aide du sel doivent être attribués à l'influence de cette sécheresse; mais, nous le répétons,

après les enseignements que nous avons puisés dans la plupart des auteurs, il nous est difficile de proscrire, comme il le fait, l'application de cette substance sur les terrains secs et légers. M. Guthbert Johnson, qui s'est appliqué, avec une sagacité vraiment minutieuse, à réunir toutes les expériences faites en Angleterre dans le but d'élucider les propriétés du sel employé comme amendement, s'exprime ainsi à cet égard :

« Les sols légers de l'Angleterre paraissent décidément les plus favorables à l'application du sel, et c'est une circonstance heureuse, car les sols les plus légers sont généralement situés dans l'intérieur des terres, et par conséquent fort éloignés des lieux où abondent les engrais à bon marché. Sur une terre lourde, pesante, le sol n'a jamais le même avantage que sur les sols les plus légers, qui sont aussi les plus altérés. Cela tient sans doute à ce que sur de telles terres (lourdes) la puissance absorbante du sel est moins nécessaire. »

Le projet de loi présenté aux Chambres françaises dans le but de provoquer la réduction de l'impôt qui frappe sur le sel, a soulevé parmi nous toutes les questions qui se rattachent à l'utilité de cette substance considérée dans son application à l'agriculture. A cette occasion, M. Demesmay, député du Doubs, après avoir rappelé les recherches des savants étrangers, a réuni dans une brochure fort remarquable les expériences tentées en France à ce sujet. Nous ne saurions mieux faire que de lui emprunter cette par-

tie de son intéressant travail, car on ne saurait trop vulgariser les faits qui s'y trouvent consignés.

« En France, dit-il, une foule de faits appuient aussi l'efficacité, sur certains sols, du sel comme amendement. La grande fécondité produite par les engrais de mer est sans doute souvent due aux sels qu'ils contiennent, et cela est encore plus évident pour les cendres de Pornic, dans la composition desquelles on fait entrer le dessous des monceaux de sel, et qu'on arrose soigneusement pendant tout l'été avec de l'eau salée.

» L'usage du Morbihan d'arroser le fumier avec l'eau de mer ne s'est sans doute établi que sur la preuve donnée par l'expérience de l'efficacité du sel allié au fumier. Enfin le grand effet du varech, du goëmon et de leurs cendres, qui contiennent peut-être moitié de leur poids de soude ou de muriate de soude, vient encore à l'appui.

» Dans quelques cantons du littoral, on sème à la fois de la soude (salsola soda) et du froment dans des terrains salés, envahis quelquefois par les eaux de la mer. Lorsque des pluies viennent diminuer la quantité de sel, le froment devient très beau, et la soude reste faible; lorsque les pluies sont peu abondantes, la soude grandit aux dépens du froment.

» Une quantité modérée de sel est donc favorable au produit du froment, aussi bien qu'une plus grande proportion lui est nuisible.

» Lorsque le sel n'est pas très abondant, il favorise végétation et donne des produits d'excellente qua-

lité; les prés salés sont en réputation pour la quantité, la qualité de leurs fourrages et l'engrais de leurs moutons. J'ai habité quelque temps en Picardie, près de pâtures souvent envahies par les grandes marées : lorsque les pluies viennent laver la surface et entraîner la trop grande proportion de sel, leur produit fournit un pâturage abondant et d'excellente qualité.

» La presque inépuisable fécondité des polders et des parties de Hollande et de France enlevées par les digues aux eaux de la mer, les récoltes prodigieuses de ces sols, qui quelquefois produisent depuis un siècle sans engrais, prouvent encore la grande et heureuse influence du sel sur la végétation.

» A Châteauneuf, dans le Marconter (côtes du Nord), que j'ai habité, on cite un fait très remarquable. Dans une clôture récente, de 100 hectares à peu près d'étendue, on avait semé, en 1792, du colza.

» Une grande marée brisa les digues; le terrain resta ouvert à la mer pendant quatre ans; les digues, réparées, permirent de reprendre la culture. Après quelque temps de pluies assez fortes, on vit le terrain couvert de colza semé quatre ans auparavant. Il s'annonçait beau; on le laissa croître, et l'on recueillit l'année d'après 1,700 sacs, ou plus de 2,600 hectolitres de graines. Je tiens ce fait, connu de tout le pays, du propriétaire qui possède ce fonds et a fait la récolte. Le sel marin a sans doute exercé de l'influence sur ce grand produit, et nous croyons pouvoir conclure de tout ce qui précède que, sur certains sols au moins, son effet est bien grand.

» Rien ne démontre mieux cette action des sels sur la végétation, ne précise mieux la quantité des doses nécessaires et la plupart des circonstances de leur emploi, que les expériences de M. Lecoq, de Clermont. Il a fait faire un grand pas à la question générale et particulière de l'emploi des diverses substances salines que la nature et l'industrie offrent à l'agriculture. Nous allons faire connaître les résultats de ces expériences, en nous bornant toutefois aux faits spéciaux et précis qui intéressent le plus la pratique agricole.

« § Ier. Il a d'abord voulu s'assurer de l'effet, sur la végétation, des substances salines en dissolution dans l'eau, sans l'intermédiaire du sol.

» Pour cela, il a semé dans des terrines, sur du coton trempé d'eau distillée, des graines des principales familles végétales ; il a arrosé ses terrines, la première avec de l'eau distillée, et les autres avec des solutions de sel marin ou hydrochlorate de soude, d'hydrochlorate de chaux, de sulfate de fer, nitrate de potasse, eau de chaux, etc. Ces solutions contenaient un centième de sel. Il a laissé ces graines végéter pendant deux mois, au bout desquels il a recueilli les plantes, pour en évaluer les produits.

» Il en est résulté que le produit en vert du froment a été presque double, dans la terrine arrosée de sel marin, de celui de la terrine arrosée d'eau distillée ; celui de muriate de chaux, d'un tiers en sus ; celui de l'eau de chaux a été moindre. Quant au trèfle, l'eau de chaux et le muriate de chaux ont fait produire

deux cinquièmes en sus de l'eau distillée ; le sel marin et l'eau minérale, composée de mélanges de sels différents, à peu près le double.

» L'un des principaux effets des substances salines sur les plantes en végétation, consiste à augmenter leur faculté absorbante sur l'atmosphère : de là résultait évidemment leur plus grand produit dans les eaux salées que dans l'eau distillée, sans l'intermédiaire du sol. Toutefois, M. Lecoq a voulu s'en assurer directement ; et, dans une expérience fort ingénieuse, il a trouvé que, sur un volume donné d'air atmosphérique mêlé d'un cinquième d'acide carbonique, la plante, dans l'eau distillée, en absorbait deux pouces et demi cubes en un jour d'exposition au soleil, pendant qu'une plante pareille, arrosée d'eau minérale, placée dans semblables conditions, absorbait trois pouces et quart, ou un tiers, en sus.

» Il est encore résulté de ces expériences que, dans cette circonstance particulière, c'est-à-dire sans l'intermédiaire du sol, les substances salines, en faisant produire plus de feuilles, ont donné, en continuant la végétation, sur quelques-unes, moins de grains que l'eau distillée.

» § II. Cette expérience, avec des données si différentes de celles de l'agriculture, n'était pas assez concluante et ne faisait qu'entamer la question ; aussi M. Lecoq a transporté ses essais dans la culture en plein champ et avec des circonstances agricoles ordinaires.

» Sur un champ d'orge en bonne terre franche,

fumée l'année précédente, il a divisé un espace de huit ares en huit lots égaux; sur les six premiers, il a répandu, à la fin d'avril, des doses progressives de sel marin, et il n'a rien mis sur les numéros 7 et 8.

Tableau des opérations et de leurs résultats.

Numéros.	Doses de sel.	Produits en grains.
1	1 livre 1/2	30 livres.
2	3	29 1/2
3	5	33
4	6	41
5	9	35
6	12	40
7	00	28
8	00	31

» Le n° 1er, qui n'avait reçu qu'une livre et demie, a différé peu de ceux qui n'ont rien reçu; le n° 2 avait de la paille plus longue, l'orge plus touffue; le n° 3 devenait encore meilleur; n° 4, végétation très vigoureuse, paille surpassant de 10 pouces les numéros non salés, et de 4 pouces ceux plus ou moins salés que lui; les épis étaient en outre plus gros, plus longs et plus fournis; n° 5, inférieur au n° 4, se rapprochant du n° 2, mais plus élevé que lui; n° 6, la plus forte dose, semble malade, malgré son produit en grain assez fort; sa paille n'est pas plus grande que celle des numéros non salés.

» Il résulte de ces expériences que la dose la plus productive, pour l'orge, serait de 6 livres (3 kilog.) par are, ou de 6 quintaux (300 kilog.) par hectare;

l'are qui a reçu 6 livres a produit de plus que les nos 7 et 8, qui n'avaient rien reçu, 11 livres de grain, ou 15 quintaux par hectare, ou plus de trois fois et demie la semence, qui est, en moyenne, de 3 quintaux par hectare.

» Cette expérience, avec les mêmes données, a été faite en même temps sur un champ de froment, en sol un peu maigre, léger et élevé ; les résultats se sont montrés presque les mêmes, malgré les différences de sol, de position et de plantes ; cependant il y avait peu de différence entre les nos 5 et 4, dont le premier avait reçu 4 livres et demie, et le deuxième 6 livres de sel par are.

» La dose la plus rationnelle pour le froment serait donc au-dessous de 6 livres par are, ou de 5 quintaux par hectare.

» Sur un champ de luzerne divisé de même, avec les mêmes doses et la même étendue, on a eu les résultats suivants :

Numéros.	Doses de sel.	Luzerne sèche.
1	1 livre 1/2	87 livres.
2	3	131
3	5	102
4	6	75
5	9	62
6	12	48
7	00	85
8	00	85

» On voit que l'effet, peu sensible sur le no 1, qui n'avait reçu qu'une livre et demie de sel, s'est élevé

à son apogée sur le n° 2, qui en a reçu 3 livres, pour aller en diminuant jusqu'au n° 6, qui en a reçu 12 livres, dont la récolte s'est réduite à 48 livres, ou un peu plus du tiers du n° 2.

» Sur la deuxième coupe, l'effet a été à peu près le même; cependant, les pluies ont lavé les numéros où le sel était en excès, qui ont alors augmenté un peu en produit.

» La dose la plus convenable pour les fourrages légumineux serait donc de 3 livres par are, 3 quintaux par hectare, ou moitié de celle qui convient aux terres ensemencées en graminées céréales.

» La proportion la plus productive pour les pommes de terre serait, comme pour les grains, de 6 livres par are (3 kilog.) ; c'est la dose, du moins, qui a donné le plus de vigueur au fanage.

» Pour le lin, 5 livres par are paraissent la dose la plus convenable ; cependant le produit en graine n'est pas plus considérable que celui du lin non salé; une dose de 8 livres a donné un produit sensiblement moindre que 5 livres.

» Il en est de l'emploi du sel comme de l'emploi de la chaux; à moins de très fortes doses, il produit peu d'effet sur les sols humides : 6 livres de sel par are, répandues sur un pré froid et un pré sec, ont doublé le produit du dernier, et n'ont fait que changer la couleur du pré humide; sur une avoine en terrain frais, l'effet a été très peu sensible, pendant que la vigueur s'est beaucoup accrue sur une avoine en sol sec.

» Enfin, des lots pris sur un sol humide et tourbeux ont reçu, par are, 6, 12, 24 livres de sel. Les deux premiers numéros avaient de l'avantage sur les parties non salées, et les derniers ont beaucoup plus produit que les autres.

» Trois quintaux sur les fourrages légumineux ont produit le même effet par hectare que 5 milliers de plâtre, d'où il résulte que le sel marin pourrait remplacer, à cette dose, le plâtre dans les pays où ce dernier est rare et cher.

» Mais ce qu'il y a eu surtout de remarquable, comme pour les engrais calcaires, c'est l'amélioration de qualité dans le fourrage des prés humides; les bestiaux l'ont consommé avec autant de plaisir qu'ils semblaient en avoir peu avant l'expérience.

» L'effet général du sel sur les produits de toute espèce est, sans doute, d'augmenter leur saveur, de les rendre plus agréables et probablement plus nourrissants pour les bestiaux; nous pensons qu'il en est de même des produits destinés aux hommes; il est à croire, en outre, que ceux qui conviennent mieux à l'instinct et à l'appétit des animaux donnent aussi à leur chair plus de qualité et de saveur, ce qui semblerait d'ailleurs prouver le haut prix que les gourmets attachent au mouton de pré salé.

» L'effet général du sel sur les récoltes a été d'augmenter tous les produits, mais en plus grande proportion les produits foliacés; aussi la dose pour les fourrages n'est-elle que moitié de celle des grains.

» Les engrais salins réussissent à peu près aussi

bien en poudre qu'en dissolution. Comme le premier moyen est beaucoup plus commode, il est, par conséquent, bien préférable, d'autant plus qu'en employant le sel en dissolution, pour que son effet ne soit pas nuisible et pour qu'il puisse couvrir toute l'étendue, il faut l'employer dissous dans beaucoup d'eau. »

En 1825, une inondation de la mer, qui eut lieu en Frise, produisit divers effets curieux. Les chênes, les mûriers, les poiriers, les pêchers, et quelques autres arbres à racines profondes, n'en souffrirent nullement; il en fut de même des asperges, des ognons et du céleri, qu'on ne vit jamais si beaux. Mais la vigne et les groseillers donnèrent des fruits salés; les abricotiers, les pommiers, les cerisiers, les ormes, les peupliers, les hêtres et les saules ne purent supporter cet excès d'eau salée; ils donnèrent quelques feuilles, après quoi ils périrent. Il ne faut cependant pas induire de cela, comme le dit avec juste raison M. le baron de Montgaudry, que le sel peut être nuisible à la vigne. Dans la circonstance dont nous parlons, la mer couvrit cette contrée pendant longtemps et pénétra profondément dans le sol, où elle déposa une énorme quantité de sel. En France, où les vignes sont cultivées sur des coteaux dont le sol est presque toujours aride et léger, l'application du sel, si facile à transporter, donnerait de grands avantages. Employé à petites doses, il n'altérerait en rien la saveur du fruit, et serait, sous ce rapport, indépendamment de l'économie qu'on trouverait

dans les frais de charriage, bien préférable au fumier.

Le sel n'est pas seulement utile à la végétation, en produisant des récoltes plus abondantes et plus agréables ; il jouit encore de l'immense avantage, comme nous l'avons déjà dit, de détruire les vers, les limaces, et presque tous les insectes qui infestent nos champs, et de préserver la graine des céréales, réunie dans nos greniers, de maladies auxquelles elle est sujette. Les navigateurs qui font le commerce du blé ont souvent remarqué qu'il se conserve admirablement dans les vieux barils à sel. 6 ou 8 livres de sel répandus dans 100 setiers de blé en tas, produisent absolument le même effet.

Il y a du reste fort longtemps qu'en Angleterre on chaule les semences, soit avec le sel seul, soit avec un mélange de sel et de chaux, extrêmement efficace contre la carie. Arthur Young rapporte l'origine de cette application à une observation fournie par le hasard. « Dans une année, dit-il, où la carie infes-
» tait à un haut degré les récoltes de froment, on re-
» marqua l'absence complet de la carie dans toutes
» celles qui provenaient de grain sauvé d'un navire
» submergé, et qui avait été plongé dans l'eau de
» mer. »

» M. de Dombasle, qui, dans le temps, avait en quelque sorte nié l'efficacité du sel employé dans le but de prévenir la carie, est revenu sur l'opinion qu'il s'était formée à cet égard ; aussi n'hésite-t-il pas à confesser que les recherches nouvelles qu'il a

faites sur ce sujet ne peuvent guère laisser de doutes sur l'efficacité du sel, dans ce cas.

» Quant à l'action de cet agent sur les insectes qui détruisent les jeunes récoltes, elle a été constatée par MM. Walker, Archibald, etc., etc., qui l'ont employé à la dose de 5 à 6 boisseaux par acre.

Nous venons de parler d'un mélange de sel et de chaux comme d'un agent précieux pour prévenir la carie des semences. L'avantage de ce mélange ne se borne pas au chaulage, on s'en sert encore pour fertiliser le sol. Son usage date de 1800. M. Hollingshead de Chorley, qui paraît avoir été un des premiers à l'employer, dit : « La chaux préparée pour engrais doit être éteinte avec de l'eau salée ; elle produit alors un effet double. » M. James Manley rapporte qu'ayant délayé de la marne (composé de carbonate de chaux, d'alumine et de silice) avec de la saumure, au lieu d'eau, et l'ayant répandue sur une portion de champ semé en froment, il récolta 5 boisseaux de plus, par acre, que sur la portion qu'il avait amendée avec de la marne délayée dans de l'eau simple.

La chaux est si répandue, que tous les fermiers peuvent se procurer facilement le mélange fertilisant dont nous parlons. Il suffit pour cela de mêler deux parties de chaux, une partie de sel, et de laisser le mélange en repos pendant deux ou trois mois dans un lieu humide, mais à l'abri de la pluie. Il s'opère alors un mouvement graduel de décomposition d'où résulte la formation de muriate de chaux et de soude.

Il faut bien se garder d'employer le mélange avant que ce mouvement de décomposition se soit opéré; car, indépendamment de la présence de la soude qu'il détermine, nous voyons encore qu'il donne lieu à une formation de muriate de chaux, sel extrêmement déliquescent (absorbant avec facilité l'humidité), dont la présence dans le sol doit offrir d'immenses avantages pendant les chaleurs de l'été.

La dose à laquelle on l'emploie est de 35 à 60 boisseaux par acre, soit qu'on le répande sur le sol à l'aide d'une machine à semer, soit qu'après l'avoir mêlé avec de la terre, on l'applique suivant les procédés ordinaires.

MM. Kimberley et Benett se louent beaucoup de l'emploi du mélange de sel et de chaux. L'un de ces expérimentateurs ayant semé du blé sur un même sol, amendé d'un côté avec des cendres de houille, de l'autre avec de la suie, et enfin avec du sel et de la chaux mélangés, récoltait beaucoup plus de blé sur le terrain traité par ce mélange que sur les autres portions.

Sel et suie. — Le sel, mélangé avec la terre, la tourbe, le produit des curages des fossés, des étangs, a toujours été employé avec succès.

Mais la mixture de sel et de suie produit des effets vraiment merveilleux, notamment sur les carottes. M. Sinclair a constaté qu'un sol non fumé qui produisait 23 tonnes de carottes par acre, donnait 40 tonnes, après avoir été amendé avec 6 boisseaux 1/2

de sel et autant de chaux. Belfield vante également l'usage de ce mélange pour le blé, et nous avons fait connaître le résultat des recherches de M. Cartwright relativement à son action sur les pommes de terre (voir page 234).

Du salpêtre ou nitrate de potasse, et du nitrate de soude.

Ces sels possèdent des vertus fertilisantes extrêmement éminentes. Leur prix seul s'oppose à ce que leur application devienne générale; car ils agissent à petites doses, et peuvent être, par cela même, transportés à de grandes distances, sans occasionner beaucoup de frais. La composition de ces deux sels étant à peu près la même, nous nous occuperons seulement du nitrate de soude, dont l'action sur la végétation est encore plus puissante que celle du nitrate de potasse.

Le nitrate de soude est un produit qu'on trouve abondamment à l'état natif au Pérou, à quatorze lieues environ du port d'Iquique, où il forme une couche de 2 ou 3 pieds d'épaisseur, sur le bord d'un immense bassin élevé de 3,300 pieds au-dessus du niveau de l'océan Pacifique, mais qui paraît néanmoins avoir été autrefois un lac.

Il y a douze à quatorze ans, lorsqu'on importa une certaine quantité de nitrate de soude en Angleterre, on ne songeait nullement à l'utiliser au profit de l'agriculture; il s'agissait seulement de le substituer

au nitrate de potasse dans la fabrication de l'acide nitrique. Mais cette substance n'ayant point trouvé d'emploi, on songea à la rendre profitable à l'agriculture. On entreprit alors une série d'expériences qui donnèrent des résultats si beaux, si évidents, que l'importation de ce produit augmenta de jour en jour, si bien qu'aujourd'hui il en arrive plus de 55,000 sacs dans le seul port de Liverpool.

Chez nous aussi, les essais qu'on a tentés avec le nitrate de soude ont été couronnés du plus grand succès. Nous les devons particulièrement à M. le professeur Kuhlmann, dont les sollicitations auprès de M. le directeur des douanes ont amené une réduction des droits qui frappent ce produit, réduction qui, bien qu'importante, n'est pas telle cependant qu'il n'y ait perte à faire usage du nitrate de soude, malgré l'excédant de récolte qui résulte de son emploi.

Ainsi, dit M. Kuhlmann, 250 kilog. de nitrate de soude, dont le prix est de 48 fr. les 100 kilog., au cours actuel (depuis l'ordonnance de dégrèvement du 4 octobre 1844), ont donné un excédant de récolte de 1,440 kilog. de foin et de 430 kilog. de regain, ce qui, aux prix établis ci-dessus, donne un produit de 118 fr., et par conséquent une perte de 2 fr.

Ces réflexions nous paraissent de nature à fixer l'attention du gouvernement, qui peut, en permettant l'entrée franche du nitrate de soude, donner à la production agricole une impulsion des plus salutaires.

Le nitrate de soude consiste chimiquement en

Acide nitrique.	58 parties.
Soude.	42

Et comme 100 parties d'acide nitrique sont constituées par

Azote	26 parties.
Oxygène.	74

il en résulte que 100 parties de nitrate de soude renferment environ 15 parties d'azote pur.

Nous avons établi (page 83) que le gluten contenu dans le grain est la partie la plus nutritive, et celle qui accroît la pesanteur spécifique du froment. Or, s'il nous est permis de démontrer que l'emploi du nitrate de soude non-seulement augmente la quantité, mais améliore encore la qualité du blé, nous aurons fait tout ce qu'il faut pour mettre en évidence l'utilité de cette substance et les bénéfices que pourrait en attendre l'agriculture, dès l'instant où le dégrèvement serait prononcé. Appelons l'expérience à l'appui de notre proposition.

Deux échantillons du même blé venu sur le même sol, amendé, d'un côté, avec le nitrate de soude, et, de l'autre, non amendé, ont été soumis à l'analyse; on est arrivé au résultat suivant :

	Blé venu sur le sol nitraté.	Blé venu sur le sol simple.
Son.	25	24
Gluten.	23 1/4	19
Fécule.	49 1/2	55 1/2
Albumine.	1 1/4	3/4
Extrait, perte et eau	1	3/4
	100	100

On voit d'après cela que le blé nitraté contient quatre et un quart pour cent de gluten et un demi pour cent d'albumine de plus que le blé non nitraté. Cela seul ne suffit-il pas pour justifier notre proposition, puisque tout le monde sait que la farine doit ses vertus nutritives à la quantité de gluten qu'elle contient?

Mais poussons plus loin nos investigations, et voyons à quels résultats nous arrivons, quant à ce que donne le blé nitraté en produit réel, c'est-à-dire en pain : Trois livres et demie de farine, provenant de blé nitraté, ont donné quatre livres quatorze onces de pain; tandis que la même quantité de farine, obtenue de l'autre blé, n'a fourni que quatre livres quatre onces. Il y a donc une différence de dix onces en faveur du blé nitraté. Est-il besoin de nouveaux arguments pour nous convaincre de la valeur du nitrate de soude employé comme engrais?

Les nitrates de soude et de potasse agissent sans doute sur la végétation par leur base; mais nous sommes portés à croire que leur influence la plus énergique est due à l'azote contenu dans l'acide nitrique qui concourt à leur formation.

On croit vulgairement que les sels agissent sur les sols comme des stimulants, et que, tout en augmentant la végétation pendant une saison, ils deviennent nuisibles en épuisant le sol, suivant une proportion relative à l'accroissement des récoltes qu'ils déterminent. C'est là une erreur d'autant plus difficile à concevoir, qu'il est très aisé de prouver que la soude, la potasse, et particulièrement les nitrates de soude et de potasse, sont, par eux-mêmes, la source de l'accroissement de la récolte, et que le sol ne peut que gagner à leur application. Quand le nitrate de soude, par exemple, sert à l'amendement, il est absorbé et décomposé, et il devient la cause de l'accroissement, en poids, de la récolte. Ce sel, il est vrai, augmente la vigueur de toutes les parties de la plante et la met à même d'absorber une plus grande nourriture ; mais nous savons que les plantes, arrivées à un certain âge, tirent de l'atmosphère et non du sol leur principal aliment. Puis, n'est-il pas suffisamment prouvé que les sels agissent par eux-mêmes, sans apauvrir le sol, quand nous voyons un champ totalement épuisé par un grand nombre de récoltes successives, fournir une végétation luxuriante, dès l'instant où on l'amende avec du nitrate de soude ou de potasse? Dans ce cas, on ne peut pas dire que les sels ont forcé le sol, puisqu'il avait été préalablement épuisé.

L'action du nitrate de soude n'est pas moins marquée sur les prairies que sur l'orge et le froment.

M. Kuhlmann, se basant sur des expériences faites avec le plus grand soin, a pu constater les avantages

de cette substance appliquée à l'amendement des prairies. Un hectare de pré, sur lequel il avait appliqué 250 kilog. de nitrate de soude dissous dans 1,000 litres d'eau, fournit :

En foin.	3,867 kilog.	Total 5,690
En regain.	1,823 kilog.	

La même étendue du même pré, non amendé, n'ayant donné :

En foin, que . . .	2,427 kilog.	Total 3,820
En regain, que . .	1,393 kilog.	

il est résulté un excédant de 1,870 kil., tant en foin qu'en regain, en faveur du compartiment de pré nitraté.

Les expériences faites en Angleterre prouvent que l'efficacité des nitrates peut s'étendre à une seconde récolte (Squarey) ; mais M. Kuhlmann fait observer, avec raison, qu'on ne saurait compter sur cet avantage, si la dose de sel employée n'a pas été considérable.

Chlorure de chaux. — Le chlorure de chaux a quelquefois été employé comme engrais. Appliqué dans de justes proportions, il paraît convenir aux terrains chauds et sableux ; car, non seulement il stimule la germination des graines, mais, perdant peu à peu une partie de son chlore, il devient déliquescent au plus haut degré, et peut alors fixer une assez

grande quantité d'humidité dans un sol brûlant. C'est, sans doute, dans ce dernier but, qu'on l'a mis en usage, car il est peu probable qu'il serve d'aliment aux végétaux au sein desquels il n'existe pas, à l'exception toutefois d'un très petit nombre de plantes marines.

Les propriétés stimulantes du chlorure de chaux ont été étudiées par H. Davy. — Il fit macérer, d'un côté, pendant douze heures, des graines de radis dans une solution de chlorure de chaux; d'un autre côté, il trempa des graines de même espèce dans des solutions très étendues d'acide nitrique, d'acide sulfurique, de sulfate de fer, et enfin dans de l'eau commune. Ces graines furent semées : Deux jours après, celles qui avaient été trempées dans les solutions de chlorure de chaux et de sulfate de fer, commencèrent à germer; le troisième jour vit paraître celles qu'on avait mises dans l'acide nitrique, tandis que celles qui étaient restées en macération dans la solution d'acide sulfurique et dans l'eau germèrent seulement le cinquième jour. Le baron Dimsdale d'Hertford a constaté, comme Davy, la propriété que possède le chlorure de chaux d'accélérer la germination des graines.

Plantes marines. — Les plantes marines, employées pour la fertilisation des terres, ne peuvent mieux figurer qu'auprès des engrais salins, puisque c'est aux sels qu'elles contiennent que ces plantes doivent leurs vertus. Le *fucus digitatus* et le *fucus saccharinus*,

qu'on recueille sur les bords de la mer pour les appliquer à la fumure du sol, sont, d'après l'analyse de M. Gauthier de Claubry, composés de matière sucrée, de mucilage, d'albumine végétale, d'oxalate de potasse, de malate de potasse, de sulfate de potasse, de sulfate de soude, de sulfate de magnésie, de muriate de soude, de muriate de potasse, de muriate de magnésie, de carbonate de potasse, de carbonate de soude, d'hydriodate de potasse, de silice, de phosphate de chaux, de phosphate de magnésie, d'oxyde de fer et d'oxalate de chaux.

Les plantes marines sont en usage, depuis un temps immémorial, à Jersey et à Guernesey. Philippe Talle, dans l'ouvrage qu'il publia en 1694, sur l'une de ces îles, fait ressortir avec force les avantages que l'on retire, dans ce pays, de l'emploi de ces plantes. La nature, qui nous a refusé, dit-il, les bénéfices de la craie, de la chaux et de la marne, nous a largement récompensés en nous donnant en abondance une plante plus précieuse qu'aucune de celles que nous cultivons dans nos jardins : c'est le vraic, veriscum, vrecum (varech). Ses tiges sechées nous servent à faire un feu ardent, et ses cendres sont égales à la chaux, lorsqu'on les applique à l'amendement du sol. Réuni en tas et abandonné à la fermentation, le varech se transforme, ajoute-t-il, en une substance onctueuse qui améliore les terres, les ameublit et tient les racines du blé dans un état d'humidité extrêmement favorable à sa végétation, pendant les chaleurs de l'été.

En Irlande, ainsi qu'en Écosse, on emploie des

quantités prodigieuses de fucus saccharinus à la fumure des terres. Tantôt on l'applique à l'état frais et sans lui faire subir aucune fermentation, tantôt on le brûle pour répandre ses cendres sur le sol. Ce dernier moyen paraît être le plus productif. On ne doit, dans aucun cas, faire subir aux plantes marines la décomposition putride, avant de les appliquer; d'abord, parce qu'une partie de leurs principes fertilisants seraient perdus, puis parce que la décomposition est tout-à-fait inutile dans cette circonstance où l'on n'a pas à détruire les graines de la plante, graines qui ne sauraient, en raison de leur nature, ni germer au milieu des terres arables, ni, par conséquent, infester les récoltes.

Les effets fertilisants des plantes marines ne se font pas sentir seulement sur les sols de bonne qualité; les terres les plus pauvres, les landes, ne résistent pas à leur influence. M. John Shwift, à qui nous devons des recherches suivies sur l'emploi de ces varechs, dit avoir obtenu, par le secours de cet engrais, des récoltes incroyables de navets, d'orge, de trèfle, de seigle, sur de misérables terres incultes, de mauvaises garennes à lapins, qui ne valaient pas trois shellings par acre.

Les varechs, comme tous les engrais salins, sont très utiles, lorsque à certaines récoltes on veut faire succéder certaines autres. Si, par exemple, après une récolte de pommes de terre qui laissent dans le sol une grande quantité de matière excrétée, on veut semer du froment, ce dernier vient avec la plus grande

peine, parce que le produit d'excrétion des pommes de terre lui est nuisible. Il n'en est plus de même, si l'on amende le sol avec des plantes marines ou avec d'autres substances salines qui provoquent la décomposition de ce produit excrété et le convertissent en une matière que le froment peut assimiler.

La variété des sels contenus dans les plantes marines qu'on applique usuellement à la fertilisation des terres, fait présumer que ces plantes peuvent servir à presque toutes les espèces de récoltes. C'est en effet ce qui a lieu ; la plupart des végétaux, trèfles, luzernes, navets, y trouvent les sels qui leur sont nécessaires, comme le froment, le seigle, l'avoine et l'orge y puisent les phosphates et la silice dont ils ont besoin.

Nous croyons pouvoir affirmer, sans crainte d'être démentis, que les engrais verts sont d'autant meilleurs qu'ils sont formés par des plantes dont les sucs contiennent une plus grande quantité de matières salines ; c'est pour cette raison qu'en Bavière on cultive la bourrache, dans le seul but de l'utiliser comme engrais, parce que cette plante fournit de la soude et plusieurs autres sels. Faut-il s'étonner alors que les végétaux qui croissent au bord de la mer et qui sont tout imprégnés de sels, jouent un rôle si important dans la fertilisation des terres ?

Le *gypse* ou *sulfate de chaux* se trouve très abondamment dans plusieurs parties de la France, notamment aux environs de Paris, d'où il a tiré son nom

populaire de *plâtre de Paris*, nom qu'on ne lui applique, du reste, qu'après l'avoir réduit en poudre, par la calcination. Ce n'est qu'à l'état natif que le sulfate de chaux porte le nom de gypse. Ce sel est constitué par :

Acide sulfurique.	43	parties.
Chaux.	33	
Eau.	24	
	100	

A la dose de deux, quatre ou six boisseaux par acre, le plâtre est fort utile à diverses plantes, telles que le trèfle, la luzerne, le sainfoin, etc., etc., et aux pommes de terre et aux navets, végétaux qui tous contiennent naturellement ces substances. Or, tous les sols qui ne seront pas suffisamment pourvus de sulfate de chaux et sur lesquels on sèmera du trèfle, de la luzerne, etc., etc., recevront avantageusement un supplément de ce sel. Mais, dans un grand nombre de sols, le gypse entre naturellement en proportion suffisante pour le besoin des plantes qu'on leur confie ; on conçoit, dès lors, pourquoi toute application de ce produit devient superflue. Il peut à peine servir d'agent de fertilisation pour le blé, l'orge et l'avoine, puisque, d'un côté, ce sel ne fait point partie de leur organisation, et que, d'un autre, il n'absorbe pas l'humidité de l'air et n'active pas la décomposition des matières végétales.

C'est pour n'avoir tenu aucun compte de ces considérations, que les agriculteurs qui ont appliqué le

gypse sans règle, sans méthode, ont été conduits à de si nombreux désappointements.

M. Smith d'Highstead a fait quelques expériences comparatives sur le produit en foin et en trèfle fourni par un sol gypsé ou non gypsé.

Le sol gypsé produit par acre	3 tonnes de foin.
Le sol non gypsé.	1

La même terre donne par acre :

	En graine de trèfle.	En tiges de trèfle.
Sol gypsé.	105 livres	22 quintaux.
Sol non gypsé.	20	5

Les essais de M. Weston sur les pommes de terre prouvent aussi que le gypse leur est très avantageux. Un plant de pommes de terre traitées par de l'albâtre (sulfate de chaux) donna un tiers de plus qu'un autre plant de même étendue qui n'avait recu aucun amendement. Mais, nous le répétons, c'est surtout sur la luzerne, les trèfles et les sainfoins, qu'il produit les effets les plus merveilleux.

L'action du plâtre est difficile à expliquer. On a voulu l'attribuer à sa capacité d'absorption de l'humidité de l'air ; mais quiconque sait que 1000 parties de gypse séché à une température de 212° F., placé, pendant trois heures, dans un air saturé d'humidité, n'absorbe que 9 parties, ne peut admettre cette explication. Il en est de même de celle qui consiste à faire ressortir la puissance fertilisante de la

prétendue faculté qu'il possède de provoquer la putréfaction des matières organiques contenues dans le sol ; car les expériences de Davy sont contraires à cette opinion.

M. Liébig explique ainsi les bons effets du gypse :

Ces effets, dit-il, dépendent entièrement de la propriété qu'il a d'absorber l'ammoniaque contenue dans l'atmosphère, substance entraînée par la pluie et livrée conséquemment à la force d'absorption des plantes. Quand l'ammoniaque contenue dans l'eau de pluie se trouve en contact avec le gypse, elle est aussitôt absorbée, et il se forme un nouveau composé : le sulfate d'ammoniaque. A cet état, l'ammoniaque se trouve fixée, perd ses propriétés volatiles, et l'eau seule est nécessaire pour opérer, au profit de la végétation, la dissolution de ce nouveau composé. La chaux rendue libre par l'action de l'eau est dissoute avec ce sulfate d'ammoniaque et absorbée par les racines, ou bien elle se combine avec d'autres gaz, pour former du carbonate ou du nitrate de chaux.

Pour se faire une idée de l'action du gypse, il faut établir que 100 livres de cette substance peuvent fixer autant d'ammoniaque que 6,000 livres d'urine de cheval. Si, d'un autre côté, et l'analyse prouve qu'il en est ainsi, on admet que 100 livres de sainfoin contiennent une livre d'azote, il faudra conclure que chaque livre d'azote ajoutée au sol doit donner 100 livres de sainfoin, accroissement de récolte produit par un peu plus de 4 livres de gypse.

La décomposition du gypse par l'absorption de

l'ammoniaque ne se faisant qu'avec une extrême lenteur, ceci explique la permanence des vertus fertilisantes de cette substance, pendant plusieurs années.

Les avantages qui résultent de l'argile brûlée, et la fertilité des sols ferrugineux, peuvent être expliqués de la même manière, c'est-à-dire par le pouvoir qu'ils possèdent de fixer l'ammoniaque de l'atmosphère, et, conséquemment, par leur dissolution dans l'eau et leur absorption par les racines des végétaux.

Telle est la manière dont s'exprime M. Liébig à propos de l'action du gypse; ne peut-on pas élever quelques doutes sur cette explication? En admettant même, comme le professe M. Liébig, que l'ammoniaque existe dans l'eau de pluie, et que cette ammoniaque décompose le gypse contenu dans le sol, pour former du sulfate d'ammoniaque, peut-on encore se rendre compte des vertus fertilisantes de la substance que nous étudions? Comment se fait-il, en effet, que le gypse ne réussisse qu'à l'égard de trois ou quatre espèces de récoltes bien connues des fermiers? Si la théorie de M. Liébig était correcte, son action bienfaisante devrait-elle se borner rigoureusement à ces récoltes, quand nous savons que le sel qu'il suppose résulter de la décomposition du gypse par l'ammoniaque (le sulfate d'ammoniaque), est un excellent engrais pour la plupart des plantes, notamment pour les céréales sur lesquelles le gypse est absolument sans effet?

CHAPITRE XVIII.

DES CENDRES. — DES EAUX AMMONIACALES DES USINES.

Entre les engrais salins que nous venons d'étudier et les engrais terreux qui feront l'objet de notre prochain chapitre, nous avons dû placer les cendres végétales ou minérales, les eaux salines ammoniacales des usines, et la suie, substances qui, par leur composition chimique, participent de la nature des uns et des autres.

1° *Cendres de bois.* — Les cendres de bois doivent les propriétés fertilisantes dont elles jouissent aux matières salines qu'elles renferment, particulièrement à la potasse. Parmi ces matières, les unes sont solubles, les autres ne le sont pas. Au nombre des premières, figurent le carbonate et le muriate de potasse; au nombre des secondes, se trouvent le phosphate, les carbonates de chaux et de magnésie, la silice et les oxydes de fer et de manganèse.

Non seulement toutes ces substances ne se rencontrent pas dans toutes les plantes, mais elles peu-

vent encore se représenter dans les mêmes plantes en des proportions différentes. L'absinthe, par exemple, contient 30 pour 100 de potasse, le noisetier, 35 pour 100, et le jeune chêne, 25 pour 100 de phosphate de chaux. 100 livres de cendres de hêtre donnent plus de phosphate de chaux que 400 livres d'excréments humains à l'état frais, ce qui équivaut à une quantité d'acide phosphorique suffisante pour produire 3,820 livres de paille et 15 à 18,000 livres de froment.

Ce simple examen suffit assurément pour nous convaincre de l'importance des cendres appliquées à la fertilisation du sol ; car, d'un côté, les sels de potasse qui font partie de leurs constituants ont le double avantage d'attirer l'humidité de l'air et de provoquer la disso ution des matières végétales contenues dans le sol, et destinées à l'alimentation des récoltes, tandis que, d'un autre côté, les phosphates, qui abondent en elles, leur donnent des propriétés si favorables au développement des céréales.

Les cendres de bois produisent un accroissement assez marqué sur la récolte des pommes de terre. Ainsi, lorsqu'un sol qui n'avait reçu aucune espèce d'engrais

Produisait, par acre.	157 boisseaux.
Le même sol, traité par 60 boisseaux de cendres de bois, donnait.	187
Par 60 boiss. de cendres et 8 boiss. de sel commun.	217

2° *Cendres de houille.* Les cendres de houille sont composées de :

Matière volatile.	62,25
Charbon.	20,25
Chaux.	02,00
Sulfate de chaux.	02,03
Oxyde de fer.	01,00
Alumine.	00,05
Sable.	11,05
	100,00

La combustion de la houille détruit les matières volatiles et le charbon. Il en résulte que les cendres, outre une petite quantité de charbon qu'elles retiennent encore, consistent presque entièrement en substances terreuses et salines parmi lesquelles le sulfate de chaux et la chaux figurent environ pour un quart. C'est à ces deux substances qu'on attribue généralement leur propriété fertilisante; elles sont, en effet, très bienfaisantes aux récoltes qui contiennent du sulfate de chaux en quantité notable (luzerne, sainfoin, trèfle); mais comme les avantages qui résultent de leur action sur ces récoltes, sont beaucoup plus remarquables que ceux que produit sur elles une égale quantité de gypse appliqué dans son état de pureté, nous sommes forcés de chercher la cause de cette supériorité dans un des autres ingredients de ces cendres. Nous croyons qu'il faut l'attribuer au charbon qu'elles retiennent, charbon qui possède au plus haut degré la propriété d'absorber

des gaz (carbone, azote) auxquels est dû sans doute le bénéfice dont nous parlons.

Les cendres de houille sont plutôt employées pour prévenir les ravages des souris, que pour fertiliser le sol. Quand on les emploie dans ce dernier but, on les applique en grande quantité à des sols forts, compactes, qu'on veut ameublir, mécaniquement, par leur interposition. Si l'on s'en sert pour prévenir les ravages des souris, on en applique, sur les récoltes, sur les pois, par exemple, une couche d'un demi-pouce d'épaisseur, dans laquelle ces animaux ne peuvent se terrer.

3° *Cendres de tourbe.* Dans les contrées où la tourbe est abondante, en Flandre, en Picardie, par exemple, on en forme des tas plus ou moins gros et que l'on brûle, après l'avoir laissée au soleil, assez longtemps pour qu'elle s'y dessèche. On obtient ainsi des cendres dont la constitution chimique est résumée dans le tableau suivant :

100 parties de cendres donnent :

Terre siliceuse	32
Sulfate de chaux	12
Sulfate et muriate de soude	6
Carbonate de chaux	40
Oxyde de fer	3
Perte	7
	100

Comme elles doivent leurs propriétés aux 12 0/0

de sulfate de chaux qu'elles contiennent, nous ne saurions mieux faire, pour compléter ce que nous aurions à dire de l'utilité de leur emploi, que de renvoyer à notre article *Gypse*. Comme lui, en effet, elles sont favorables au trèfle, à la luzerne et au sainfoin. En Angleterre, on en tire parti pour la fumure des terres ensemencées en raves; elles réussissent fort bien dans les années humides.

L'emploi des cendres, en agriculture, remonte à une époque fort éloignée. Les Romains avaient l'habitude de peler et de brûler les terres qu'ils voulaient mettre en culture. Cette coutume est encore suivie chez nous, dans quelques pays, lorsqu'il s'agit du défrichement des landes, des bruyères; mais nous devons rappeler ici qu'on se laisse diriger par la routine, bien plus que par la science; car, certains sols, pour lesquels on pratique la brûlure, en ressentent les plus mauvais effets. Nous pouvons dire, par exemple, et d'une manière générale, qu'elle est nuisible aux terres sablonneuses, tandis qu'au contraire, elle convient aux sols argileux, beaucoup plus encore aux sols tourbeux, et particulièrement à tous les fonds sur lesquels il existe, en excès, un *détritus* de matières végétales inertes.

4° *Liqueur ammoniacale des usines à gaz.* Quand, pour fabriquer le gaz propre à l'éclairage, on soumet le charbon de terre à la distillation dans des cornues de fer, on obtient, outre la matière bitumineuse, un liquide impur, qui tient en dissolution du carbonate

et de l'acétate d'ammoniaque. C'est ce liquide qu'on a désigné sous le nom de *liqueur ammoniacale des usines à gaz.*

Tantôt on rejette cette liqueur, tantôt, au contraire, elle est recueillie par les savonniers ; plus rarement, on la fait servir à la fertilisation du sol.

Les sels ammoniacaux sont non-seulement de puissants stimulants des plantes ; on peut encore les considérer comme de véritables aliments pour elles. Mais si la liqueur dont nous parlons était appliquée au sol sans préparation, le carbonate et l'acétate d'ammoniaque qu'elle contient se dissiperaient bientôt à l'état de gaz, et sans aucun bénéfice pour la végétation. On obvie à cet inconvénient, en convertissant ces sels ammoniacaux volatils en sulfate d'ammoniaque fixe, mais, néanmoins, soluble dans l'eau. Pour cela, il suffit d'ajouter à la liqueur ammoniacale une quantité d'acide sulfurique suffisante pour que toute effervescence, causée par cet acide, disparaisse. On peut encore profiter des benéfices de la liqueur ammoniacale, en la versant sur les terres saupoudrées de gypse. Dans ce cas, le gaz acide carbonique du carbonate d'ammoniaque se porte sur la chaux du gypse, forme un carbonate de chaux, tandis que l'acide sulfurique de ce même gypse s'unit à l'ammoniaque pour constituer du sulfate d'ammoniaque. Les expériences faites, tant en France qu'en Angleterre, touchant l'action de la liqueur ammoniacale sur les céréales et principalement sur le foin, sont toutes de nature à nous faire désirer que l'usage

de cet engrais devienne plus général. Il importe de ne pas employer cette liqueur sans l'allonger avec de l'eau; autrement, elle agirait comme l'urine pure, elle brûlerait les récoltes. En Angleterre, on l'étend dans quarante à cinquante fois son poids d'eau.

Suie. La suie est un excellent engrais. Elle doit sa vertu : 1° à l'ammoniaque; 2° au charbon; 3° aux sels qu'elle contient. A la dose de 12 à 20 boisseaux par acre, elle donne aux blés et à la plupart des autres récoltes une vigueur, une luxuriance remarquables. Bien que sa composition chimique varie à l'infini, on peut néanmoins en fixer approximativement les termes ainsi qu'il suit :

Sur 1,000 parties, elle contient :

Charbon	371
Sel ammoniac	426
Sels de soude et de potasse	24
Oxyde de fer	50
Silice	65
Alumine	31
Sulfate de chaux	31
Carbonate de magnésie	2

Un même sol qui, sans aucun engrais,

	En pommes de terre.	En carottes.
Donnait, par acre	157 boiss.	23 boiss.
Traité par 30 boiss. de suie, produisait	192	40

On peut appliquer la suie à l'état pulvérulent;

mais, dans ce cas, on perd une grande partie de l'ammoniaque qu'elle contient. Délayée dans de l'eau, dans la proportion d'un boisseau de suie sur vingt litres d'eau, et répandue sur les prairies, sur les cultures potagères, telles que les pois et les asperges, elle produit d'excellents effets.

CHAPITRE IX.

Des engrais terreux ou amendements.

Les corps dont nous allons parler, employés, en général, en assez grande quantité, méritent plutôt le nom d'amendements que celui d'engrais; ce sont la craie, la pierre à chaux, les marnes, l'argile et le sable.

Craie. Pierre à chaux. La composition chimique de la craie est sujette à peu de variations. Elle contient habituellement de l'alumine, des traces de silice et d'oxyde de fer; le reste est constitué par du carbonate de chaux, formé lui-même, sur cent parties, par :

Acide carbonique.	45 parties.
Chaux.	55

Cent parties de pierre à chaux commune sont composées par :

Carbonate de chaux.	95,05 parties.
Eau.	1,63
Silice.	1,12
Alumine.	1,00
Oxyde de fer	0,75
Perte.	0,45
	100,00

En soumettant la pierre à chaux à l'action de la chaleur, on lui enlève l'eau et l'acide carbonique qui concouraient à sa constitution, et l'on obtient la *chaux* proprement dite. Cette chaux, exposée à l'air, revient bientôt à l'état de carbonate de chaux, en absorbant du gaz acide carbonique.

Le carbonate de chaux, comme on le voit, est l'ingrédient principal de la craie et de la pierre à chaux. A ces deux états, il existe abondamment dans la nature. C'est encore lui qui, en plus petites masses, forme le marbre, l'aragonite, dont on connaît tant de variétés. Sa présence dans la trame de toutes les plantes doit nous le faire considérer comme un des aliments les plus essentiels à l'économie végétale. Aussi, ne craignons-nous pas d'avancer qu'un sol ne peut être productif, s'il ne contient une proportion notable de carbonate de chaux.

On peut employer la craie à la dose de dix à trente tonnes, par acre, suivant la nature du sol auquel on l'applique ; les sols pauvres et légers en réclament plus que les terres riches. Elle n'a besoin d'aucune préparation; parfois, même, on la laisse en morceaux que le froid, la charrue et la herse pulvérisent au bout de quelque temps. Les effets de la craie sont plus permanents qu'immédiats; aussi s'écoule-t-il une année ou deux avant qu'on ait pu constater sa bienfaisante influence ; mais il n'est pas rare de voir ces effets persister pendant dix ou douze ans. C'est un des meilleurs engrais qu'on puisse employer pour les herbages, particulièrement sur les fonds légers et sa-

blonneux, à moins que déjà ces fonds n'en contiennent, naturellement, une proportion suffisante.

Il est du reste très aisé d'estimer approximativement la proportion de craie contenue dans un sol. Qu'on recueille, par exemple, une certaine quantité de terre, prise à quelques pouces de profondeur, et qu'on la sèche dans un four; cela fait, qu'on prenne 400 grains de cette terre, ainsi séchée, et qu'on y ajoute 800 grains d'acide muriatique; on aura une masse du poids total de 1200 grains. Si la terre contient de la craie, il se manifestera un mouvement d'effervescence, au moment où l'acide sera mis en contact avec la terre, effervescence due au dégagement de l'acide carbonique du carbonate de chaux. Quand cette effervescence aura complétement cessé, on pèsera la masse, et l'on verra qu'elle a subi une perte. Si cette perte est de quatre grains et demi, l'expérimentateur pourra conclure qu'il y avait dix grains de carbonate de chaux (craie) dans la quantité de terre qu'il a essayée; s'il constate une perte de neuf grains, il devra croire que cette substance y existait à la dose de vingt grains, et ainsi de suite, suivant la même proportion.

Marnes. L'emploi de la marne remonte à l'époque la plus reculée. Pline nous dit qu'elle était depuis longtemps en usage pour l'amendement du sol, dans les Gaules et la Bretagne; ce que nous lisons au deuxième livre de Columelle nous apprend que les cultivateurs italiens s'en servaient comme d'un excellent moyen de fertiliser certains sols. Aujourd'hui, le mar-

nage des terres est pratiqué dans toutes les parties de la France.

En langage vulgaire, on nomme marne toute substance terreuse contenant de la matière calcaire, en proportion plus considérable que le sable ou l'argile. On en distingue plusieurs variétés : 1° la marne argileuse ou grasse ; 2° la marne sableuse ou sèche ; 3° la marne ardoisienne ou dure ; 4° la marne calcaire. Cette dernière est la plus riche en carbonate de chaux. En voici une analyse :

Chaux	41,45
Acide carbonique	32,00
Silex	11,00
Argile	11,00
Oxyde de fer	2,50
Perte	2,05
	100,00

La marne argileuse contient 68 à 80 p. 100 d'argile et de 20 à 32 p. 100 de matière calcaire. La marne sableuse renferme 75 p. 100 de sable. Mais n'oublions pas que la composition chimique de ces diverses espèces de marnes est sujette à de nombreuses variations

Les recherches de MM. de Gasparin, Payen, Boussingault et Liebig ont démontré que l'action des marnes ne se bornait pas à un effet mécanique, à un simple ameublissement du sol, mais qu'elles pouvaient encore, en raison de l'azote qu'elles contiennent, servir d'aliment propre aux végétaux. Une marne de Longuy recueillie par M. de Gasparin a donné à l'a-

nalyse près de 0,002 d'azote. Une autre variété du département du Bas-Rhin en renferme plus de 0,001, et M. Liebig a fait des essais tendant à démontrer qu'un hectare de terre argileuse, à une profondeur de 25 centimètres, contient 10,000 kil. d'ammoniaque pure (hydrogène et azote), et qu'un terrain entièrement sablonneux en contient au delà de 2,000 kilogrammes.

Il n'est pas de meilleur moyen d'amender un sol, que d'y ajouter les ingrédients qui lui manquent naturellement. Le marnage, et même le simple mélange des sols, reposent sur cette donnée. Si les fermiers voulaient tenir compte de la composition chimique des différents sols, ils pourraient calculer les proportions de matières terreuses que réclame tel ou tel sol, et procéder aux amendements avec plus de méthode qu'ils ne l'ont fait jusqu'à ce jour. Ces proportions sont si importantes, que telle modification subie par elles implique un sol plus ou moins productif. 74 parties d'argile, 10 parties de sable, 4 parties de carbonate de chaux, 11 parties 1/2 d'humus, représentent la proportion dans laquelle toutes ces substances réunies constituent un sol d'alluvion extrêmement riche. On peut à cet égard consulter avec fruit le tableau suivant :

Argile.	Sable.	Carbonate de chaux.	Humus ou matière organique très divisée.	Valeur comparative.	
74	10	4	11 1/2	100	Riches sols d'alluvion.
81	6	4	8 1/2	98	
79	10	4	6 1/2	96	
40	22	36	4	90	
20	67	3	10	78	Bonnes terres à froment et à orge.
58	36	2	4	77	
56	30	12	2	75	
60	38	Très peu de carbonate de chaux.	2	70	
48	50		2	65	
68	30		2	60	Terre à orge non convenable au froment.
38	63		2	60	
33	65		2	50	
28	70		2	40	Mauvaise terre, bonne seulement pour l'avoine et le sarrasin.
23 1/2	75		1 1/2	30	
18 1/2	80		1 1/2	20	

Argile, sable et chaux, telles sont les constituants principaux de tous les sols cultivés. Les plus riches sont ceux dans lesquels ces terres sont mélangées suivant les proportions les plus heureuses. Les sols dans lesquels domine le sable doivent être traités par la marne argileuse, qui leur donne plus de ténacité, et les rend plus propres à retenir les engrais et l'humidité de l'air. Là où domine l'argile, où la terre est forte et pesante, il faut appliquer la marne sableuse, qui ameublit le sol, le rend plus facile à cultiver, et diminue cette compacité qui s'oppose, soit à la germination des graines, soit à l'arrivée de l'air extérieur jusqu'aux racines des plantes confiées aux terres de cette espèce. Dans les terrains où le carbonate de

chaux se trouve en trop petite proportion, on emploie la marne calcaire, c'est-à-dire celle dans laquelle ce sel existe abondamment.

La quantité de marne qu'il convient d'employer varie en raison de la nature du sol même et de la richesse de la marne. En général, on l'applique largement, et, très souvent, plusieurs années s'écoulent, avant qu'elle soit parfaitement incorporée au sol, et qu'elle produise des résultats évidents, sinon très précoces, au moins très permanents.

Chaux. En calcinant les carbonates de chaux, on détruit l'affinité qui existe entre l'acide carbonique et la base terreuse à laquelle il est uni, et l'on obtient la *chaux pure*, *chaux vive*. Ces carbonates perdent ainsi 44 pour 100 de leur poids, circonstance qui n'est pas sans importance, lorsqu'il s'agit de transporter des masses de chaux considérables, pour les appliquer à la fertilisation du sol.

L'usage de la chaux, en agriculture, est fort ancien; n'en soyons pas surpris, car aucune substance terreuse n'existe aussi universellement dans les végétaux, où sa présence paraît si essentielle, que nous ne pouvons guère citer qu'une seule plante qui n'en contienne pas : le *salsola soda*. Toutefois, n'omettons pas de dire que ce n'est point à l'état de chaux pure que cette terre existe dans les plantes, mais bien à l'état de combinaison avec des acides, principalement avec l'acide carbonique.

Exposée à l'air, la chaux absorbe de l'humidité et

tombe en poussière. Il en est de même quand on l'humecte avec de l'eau, ou, ce qui vaut mieux pour les besoins de l'agriculture, quand on la mêle avec de l'eau salée. Il résulte de grands avantages de ce mélange de chaux et d'eau salée; le sel employé se trouve décomposé, et l'on obtient, d'un côté, de la soude, engrais d'une grande valeur, particulièrement pour les sols pauvres, légers et sablonneux; d'un autre côté, il y a formation de muriate de chaux, sel dont l'action est également si propice à de tels sols, en raison de la facilité avec laquelle il absorbe l'humidité de l'air.

Si la chaux demeure plus longtemps en contact avec l'air, elle reprend peu à peu l'acide carbonique que la calcination lui avait enlevé, et elle passe de nouveau à l'état de carbonate de chaux.

La présence de la chaux au sein de tous les végétaux, nous conduit à penser qu'un sol qui n'en contiendrait aucune proportion serait improductif. Cette proportion varie à l'infini; considérable dans les sols qui reposent sur la craie, elle est faible dans ceux qui se sont formés sur le roc ou sur le sable; aussi, son addition aux sols de cette dernière espèce est-elle toujours suivie d'avantages incontestables.

La chaux, quoique peu soluble, se dissout cependant, en petite proportion, dans l'eau simple, et beaucoup plus facilement dans l'eau chargée de gaz acide carbonique. Ainsi dissoute, elle peut être absorbée, assimilée par les plantes, et concourir à leur nutrition; mais elle paraît y contribuer encore d'une

autre manière. On suppose qu'elle fait passer les matières végétales de l'état insoluble à l'état soluble, qu'elle les décompose en s'emparant des gaz combinés avec ces matières, et cela à la faveur de la puissance d'attraction qu'elle possède à l'état caustique. Ainsi décomposées et rendues solubles, ces substances végétales servent d'aliment aux plantes. Cette explication rend compte des heureux effets qui suivent son mélange avec les sols tourbeux, si abondants en matières végétales inertes. S'il en est ainsi, on comprend que le mode d'action de la chaux vive, de la craie et de la marne repose sur des principes tout à fait différents.

La chaux douce, la pierre à chaux, la marne et la craie, n'ont point de tendances à former des sels solubles avec les matières végétales; elles se bornent à bonifier le sol, quant à sa texture et à sa faculté d'absorption, et elles agissent comme de simples ingrédients terreux. La chaux vive, passée à l'état de chaux douce, c'est à-dire de carbonate de chaux, n'agit plus autrement que la marne ou la craie; mais, en passant par ces divers états, elle convertit en matières solubles des corps qui ne l'étaient pas, et qui ne pouvaient, par cela même, servir à l'alimentation des plantes.

La chaux mêlée à la terre qui provient du curage des fossés, des étangs, dans la proportion de 4 boisseaux de chaux par voiture de terre, est extrêmement utile ; elle détruit les graines, les mauvaises herbes et les insectes. La quantité de chaux qu'il convient

d'employer varie suivant la composition des terrains auxquels on en fait l'application. Elle convient à tous les sols qui, traités par l'acide hydrochlorique, ne font point d'effervescence, ou du moins n'en font que très peu. Un sol argileux en exige plus qu'un sol sablonneux et léger ; mais, sans sortir des termes généraux, nous pouvons dire qu'on l'emploie à la dose de 50 à 200 boisseaux par acre. Son utilité et ses avantages se font surtout remarquer sur les terres récemment défrichées.

Sables. — Les avantages que l'agriculture peut retirer de l'emploi du sable pour les amendements, dérivent du rapport qui existe entre la composition du sable lui-même et celle du sol auquel on se propose de l'appliquer. Le sable siliceux, quoique très propre à modifier la compacité de certains sols, est fort peu employé, à cause de la silice qu'il contient. La quantité de matières salines renfermées dans le sable de mer, le fait parfois rechercher par les agriculteurs et par les jardiniers. On use plus souvent des sables calcaires qui tirent leurs propriétés de la craie et des débris de coquilles qu'ils contiennent. Ils ont le double avantage d'agir, mécaniquement, sur les sols lourds, compactes, qu'ils ameublissent et rendent plus friables; chimiquement, sur les sols qui manquent de carbonate de chaux.

APPENDICE.

EXPLICATION DES TERMES SCIENTIFIQUES CITÉS DANS L'OUVRAGE.

Acétate. — Les acétates résultent de la combinaison de l'acide acétique avec un oxyde métallique, un alcali (la potasse, la soude, la magnésie), ou un alcali végétal (la quinine, la morphine, etc.). Presque tous les acétates sont solubles dans l'eau.

Deux acétates, seulement, se rencontrent ou se forment naturellement : l'acétate de potasse et l'acétate d'ammoniaque ; le premier existe dissous, et en très petite quantité, dans la sève de presque tous les arbres ; le second se forme dans l'urine, pendant sa putréfaction.

Ces sels sont utilisés en medecine et dans les arts ; on en extrait l'acide acétique, acide qui est le même que celui qu'on obtient par la distillation du vinaigre.

Acide. — Les acides sont des corps composés, doués de certains caractères généraux qui servent toujours à les faire reconnaître. Ainsi, ils sont tous solubles dans l'eau, rougissent certaines couleurs bleues végétales (le tournesol) ; ils ont une saveur aigre ou caustique, suivant qu'ils sont délayés dans l'eau, ou très concentrés ; enfin, et c'est là leur caractère distinctif, spécifique, ils se combinent avec toutes les bases salifiables (oxydes ou alcali) pour former des sels.

On peut les diviser en trois grandes classes : les acides minéraux, les acides végétaux et les acides animaux.

Les premiers ne se rencontrent que dans le règne minéral ; ce sont des composés binaires résultant de la combinaison de l'oxygène ou de l'hydrogène avec un corps combustible. Exemple : acide sulfurique (oxygène et soufre), acide hydrochlorique (hydrogène et chlore).

Les deuxièmes appartiennent particulièrement au règne végétal. Ils sont constitués par la combinaison de l'oxygène, de l'hydrogène et du carbone, dans des proportions qui leur sont propres. Leur nombre est considérable et tend encore à s'augmenter par les découvertes de la science. Leur nom est le plus souvent tiré de la substance qui sert à les fournir : acides *acétique*, *citrique*, *tartrique*.

Les troisièmes sont tirés du règne animal. Ils y existent tout formés, ou deviennent le produit de certaines décompositions ou de certaines actions chimiques.

Presque tous contiennent de l'azote, quelques-uns de l'oxygène, tous de l'hydrogène et du carbone. L'acide *urique*, l'acide *lactique*, *butyrique*, *hircique*.

Albumen ou Albumine. — Les chimistes ont donné ce nom au liquide gluant, visqueux, opalin, qui forme le blanc de l'œuf. Il est composé d'albumine pure tenant en dissolution un peu de soude et de soufre, et mélangée avec du mucus. Cette albumine se coagule facilement par la chaleur et forme alors une masse blanche.

Elle est formée, pour 100 parties, de :

Carbone.	52,883
Oxygène	23,872
Hydrogène.	7,540
Azote.	15,705
	100,000

L'albumine a la plus grande analogie de composition avec le gluten des végétaux. Ellé est très répandue dans le règne animal, et des plus importantes ; elle abonde dans les os, les muscles, les membranes, etc., etc.

Alcali. — Ce nom vient de ce que la plante qui primitivement fournissait la soude, en Égypte, s'appelait *kali*.

Il ne s'appliquait d'abord qu'à la soude ; mais bientôt il passa à tous les autres corps qui, comme elle, étaient âcres, caustiques, solubles dans l'eau, verdissaient le sirop de violettes et étaient capables de neutraliser les acides en se combinant avec eux (la potasse, la magnésie). Tous ces alcalis ont été décomposés, et l'on a reconnu qu'ils étaient formés d'oxygène et d'un corps simple : ainsi la potasse (oxygène et potassium), la chaux (oxygène et calcium).

Les seuls alcalis, dans l'état actuel de la science, sont les alcalis végétaux (quinine trouvée dans le quinquina, morphine obtenue de l'opium, etc., etc.).

Les alcalis, ou oxydes terreux, se rencontrent dans les plantes (la potasse, la soude).

L'ammoniaque, qui peut aussi être regardée comme un alcali, s'y rencontre également ; mais elle est plus généralement produite par la distillation ou par la décomposition de végétaux et d'animaux.

La potasse existe dans tous les végétaux qui croissent à une assez grande distance de la mer. Dans le commerce, on se la procure en brûlant des végétaux. Les cendres en sont ensuite lavées, et les eaux de lavage, convenablement filtrées, sont évaporées à siccité. La potasse, ainsi obtenue, est loin d'être pure. Elle contient une notable proportion de différentes substances, comme du sulfate, du muriate de potasse, du sulfate, du phosphate de chaux, etc., etc.

La soude abonde dans les plantes marines et principalement dans le *salsola soda*, d'où on l'extrait. On l'obtient par le même procédé que la potasse.

Alcool.—Les chimistes ont donné ce nom au liquide obtenu par la distillation du vin, de la bière ou de tout autre liquide dans lequel de l'esprit a été produit par la fermentation. Ce liquide est sans couleur, transparent comme de l'eau, d'une saveur forte, pénétrante, assez agréable. Il est volatil, mais sa volatilité est en raison de sa pureté, c'est-à-dire de

la plus ou moins grande quantité d'eau qui s'y trouve mélangée.

Il est composé, sur 100 parties, de :

Hydrogène.	13,70
Carbone.	51,98
Oxygène.	34,32
	100,00

Il existe tout formé, et en proportions très variables, dans es différents vins :

Nom des vins.	Proportion d'alcool sur 100 parties de vin en volume.
Ainsi, le vin de Madère en contient. . . .	22,27
— de Constance.	19,75
— de Malaga.	18,94
— de L'Hermitage blanc. . . .	17,43
— de L'Hermitage rouge. . . .	12,32
— de Roussillon	18,13
— de Bordeaux	15,10
— de Sauterne.	14,22
— de Bourgogne.	14,57
— de Champagne mousseux. .	12,61
Cidre le plus spiritueux.	9,87
Bierre	8,88

Les alcools obtenus par la distillation des liqueurs fermentées, autres que le vin, ont une saveur et une odeur qui leur sont particulières. L'esprit retiré du malt, de la bière, conserve une odeur d'empyreume semblable à celle que l'on reconnaît à tous les produits distillés de substances végétales.

Les meilleurs esprits tiennent toujours en dissolution de l'huile douce de vin, formée probablement par l'action de l'acide tartrique sur l'alcool.

Le rhum doit son odeur et sa saveur caractéristiques à un principe propre au sucre de canne.

L'eau-de-vie de Cognac contient une petite quantité d'acide prussique.

Alumine. — Terre ainsi nommée parce qu'on la retire de l'alun, où elle se trouve combinée avec l'acide sulfurique et la potasse. A l'état de pureté, elle est à peu près sans saveur ; elle est blanche, douce au toucher ; elle happe à la langue. Sa pesanteur spécifique est 2,00. Soumise à la chaleur, l'alumine perd toute l'eau qu'elle avait retenue, diminue considérablement de volnme et se crevasse de toutes parts.

L'alumine est regardée, par analogie avec la potasse, la soude, comme un oxyde métallique, *oxyde d'aluminium*. Mais ce corps simple n'a pas encore été obtenu.

L'alumine est, de toutes les terres, celle que l'on rencontre en plus petite proportion dans les plantes. 32 onces de grains de blé n'en ont donné que 0,6 de grain. La même quantité d'orge et d'avoine en contenaient 4 grains. Elle a été trouvée en plus grande quantité dans la plante entière dite blé de Turquie, 7 parties sur 100 ; dans les fleurs du soleil, 3p,72, et 14 parties dans le fumeterre. Mais, quelque petites que soient les proportious d'alumine, il est hors de doute que cette terre ne soit essentielle au développement complet des plantes.

L'alumine existe dans tous les sols en proportions variables, mais minimes, par rapport à la quantité des autres terres.

Ammoniaque, Alcali volatil. — C'est un produit gazeux ou liquide, selon qu'il a été reçu sous une cloche ou dans un flacon contenant de l'eau distillée. On l'obtient par la distillation d'un mélange d'hydrochlorate d'ammoniaque et de chaux.

Cet hydrochlorate d'ammoniaque, dont la connaissance est fort ancienne, nous venait primitivement de l'Orient; on le retirait de la fiente des chameaux. Depuis, on a trouvé des procédés beaucoup plus simples.

L'ammoniaque est composée de :

Hydrogène.	74 parties.
Azote.	26
	100

Analyse. — L'analyse est l'art de décomposer un corps et d'en isoler chacun de ses principes constituants.

On croit généralement qu'à moins d'être très versé dans les études et les manipulations de la chimie, le fermier ne peut retirer qu'un très faible avantage de l'examen de son sol. C'est une erreur qu'il est important de détruire. Admettons que, dans toutes les fermes, il est facile d'avoir à sa disposition une balance et des poids, quelques verres de montre ou autres vases en verre, capables de reposer sur du sable, et une cuillère en fer. Il n'en faut pas davantage pour toutes les expériences dont un fermier peut avoir besoin.

Prenez 100 grains d'une terre quelconque complétement séchée dans une cuillère de fer, sur le feu; exposez-la dans un lieu humide. Si vous la pesez, après trois jours, l'excédant de ce second poids sur le premier indiquera la quantité absorbée de vapeur insensible de l'atmosphère, et par conséquent la faculté d'absorption du sol dont il s'agit. Cette première expérience a une grande valeur, car plus un sol absorbe facilement l'humidité, meilleur il est. D'autre part, versez sur cette terre une quantité suffisante de vinaigre commun (acide acétique); il y aura un peu de bouillonnement; du gaz se dégagera (gaz acide carbonique), et, en estimant approximativement l'importance du gaz dégagé, on déterminera facilement la quantité de matière calcaire contenue dans le sol. Si, de plus, vous prenez un poids déterminé d'une terre complétement saturée d'humidité, et que vous la mettiez dans le cas de se dessécher, il devient facile, en la pesant de nouveau, de déterminer sa puissance d'absorption et la force avec laquelle elle retient l'humidité. Ces seules expériences peuvent servir à faire connaître la nature d'un sol; mais si l'on veut faire une analyse complète des matières contenues dans le sol et déterminer leurs quantités, il faut alors recourir à l'emploi de certains réactifs et savoir conduire à bonne fin de minutieuses opérations chimiques.

Assimilation. Action d'assimiler ou de rendre semblable.

Les physiologistes nomment assimilation le résultat définitif des diverses élaborations imprimées par les corps vivants aux substances étrangères dont ils se nourrissent, jusqu'à ce que ces mêmes substances, devenues semblables à eux-mêmes, leur soient immédiatement appliquées pour en faire partie.

L'assimilation, phénomène commun à l'universalité des corps organisés, se complique en raison de la composition de ces derniers. Dans les végétaux, elle change, à l'aide d'un travail plus ou moins simple d'absorption toute extérieure et de sécrétion, quelques principes venus du dehors (l'acide carbonique, l'eau, l'air, etc., etc.) en diverses substances dont la réunion forme l'organisme végétal.

M. Dumas, en raison de l'importance de ce phénomène, par lequel des produits identiques sont retirés des éléments les plus différents, lui donne le nom de *force assimilatrice, assimilation vitale.*

Atmosphère. — Air atmosphérique. — On donne ce nom au fluide invisible, élastique, qui entoure notre globe à une hauteur considérable. L'air a été longtemps regardé comme un élément; mais, quelques études faites dans le XVIIe siècle mirent sur la voie de sa composition. Il est formé d'oxygène et d'azote dans la proportion de 20-82 du premier, et de 79-16 du second. Il contient, de plus, un millième de son poids d'acide carbonique, et une portion plus ou moins considérable de vapeur d'eau.

Basalte. — Produit volcanique de couleur noire, ayant l'apparence du marbre et la dureté du fer.

Il est composé de :

Silice.	48	parties.
Alumine.	16	
Chaux.	9	
Soude	4	
Oxyde de fer.	16	
Eau	5	
Perte.	2	
	100	

Calorique. — Calorique est un terme employé exclusivement pour désigner la cause ou l'agent de tous les effets de la chaleur; parfois aussi on l'emploie comme synonyme du mot chaleur.

Les expériences physiques démontrent que le calorique est un fluide extrêmement subtil, invisible, éminemment élastique, impondérable, capable, quand il est libre, de se mouvoir sous forme de rayons, à la manière de la lumière. Le calorique pénètre tous les corps, les dilate, pour les faire passer de l'état solide et liquide à l'état gazeux; sa soustraction les ramène de cet état gazeux à l'état solide.

Capillarité. — Phénomène physique exprimant l'idée de l'ascension spontanée des fluides dans des tuyaux d'un peu moins d'un millimètre de diamètre, ténus comme des cheveux, *capilli*.

Charbon. — Une matière combustible, indécomposable, entre dans la constitution de toutes les substances végétales, c'est le charbon. Ce dernier s'obtient facilement par la calcination, jusqu'au rouge, d'un morceau de bois enterré dans le sable. Le sable a pour but d'isoler le bois du contact de l'air atmosphérique. Le charbon ainsi préparé et réduit en poudre, seconde l'action de certains engrais.

Le charbon pur prend le nom de carbone; il fait partie de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné, gaz des plus importants dans la végétation.

Carbonates. — On donne le nom de carbonates à une classe de sels formés par la combinaison de l'acide carbonique avec un oxyde terreux ou métallique (carbonate de chaux, de magnésie, de fer, etc.).

Chaux. — La chaux est une partie essentielle de tous les sols cultivés.

Ce n'est que dans les laboratoires de chimie qu'elle se rencontre à l'état de pureté. Celle que l'on obtient dans les arts au moyen de la pierre à chaux ou des marbres communs, contient toujours de la silice, de l'alumine, et quelques por-

tions d'oxyde métallique. Ainsi le marbre commun est formé de :

Carbonate de chaux.	95,50
Eau.	1,63
Silice.	1,12
Alumine.	1,00
Oxyde de fer.	0,75
	100,00

L'emploi de la chaux dans les constructions remonte à l'antiquité la plus reculée. Dans l'agriculture, il est d'une date assez récente, et son action sur les sols, comme engrais, n'est pas encore parfaitement comprise. Elle est cependant employée, en grande quantité, dans toute l'Angleterre; elle tend à absorber le gaz acide carbonique de l'air.

La chaux se dissout en très petite quantité dans l'eau; elle se combine facilement avec tous les acides (carbonique, sulfurique, phosphorique, nitrique, etc.), et se rencontre sous différents états : la pierre à chaux (carbonate de chaux), la pierre à plâtre (sulfate de chaux), les os des animaux (phosphate de chaux).

Cendres. — Nom vulgairement donné au résidu de la combustion des plantes.

Les cendres sont très employées en agriculture. Leur nature varie comme celles des végétaux dont elles ont été obtenues, et leur quantité équivaut à peine à quelques centièmes de la plante qui les a produites.

Ainsi,

	Parties.
1,000 parties de bois d'un jeune chêne ont donné	0,02
1,000 parties d'écorce de chêne.	0,60
1,000 parties de noisetier.	0,05
1,000 parties d'écorce de noisetier	0,62
1,000 parties de paille de froment	0,43
1,000 parties de branches de pin.	0,15

Les cendres ne peuvent renfermer tous les sels contenus dans les végétaux. Certains sels résistent à la calcination ; d'autres, comme les oxalates, les acétates et même les carbonates, si la chaleur est suffisante, se décomposent et ne laissent que les bases. Aussi les cendres sont formées de différentes terres, seules ou combinées avec l'acide carbonique (chaux, magnésie, potasse, ou leur carbonate), de phosphate et de sulfate terreux, d'oxydes métalliques (fer et manganèse), et de quelques parties d'hydrochlorates terreux et métalliques.

	Sel soluble.	Phosphate terreux.	Carbonate terreux.	Silice.	Oxydes métalliques.	Perte.
100 parties de cendres d'un jeune chêne contenaient	26,0	28,5	12,25	0,12	1.00	00,52
100 parties d'écorce *id.* . . .	7,0	4,5	63,25	0,25	1,75	22,75
100 parties de noisetier. . . .	24,5	35,0	8,00	0,25	0,12	32,02
100 parties d'écorce *id.* . . .	12,5	5,5	54,00	0,25	1,75	26,00
100 parties de paille de froment.	22,5	6,2	1,00	61,55	1,00	7,08
100 parties de branches de pin.	15,0					

Caillou. — (*Voir* l'article Silice.)

Décomposition. — La décomposition s'entend d'un corps composé, attaqué et détruit dans sa constitution par un agent, comme la chaleur, l'air et la putréfaction. Quel que soit l'agent moteur de la décomposition, il est important de savoir qu'aucun élément primitif du corps ne peut être perdu, anéanti, mais qu'il sert à former de nouveaux composés. La décomposition n'est donc pas, dans un langage rigoureux, un moyen de destruction, mais bien une transformation d'un corps ancien en des corps nouveaux.

Engrais. — Nom donné à tout corps, simple ou composé, mélangé au sol et destiné à en développer la fertilité.

Les nombreuses variétés d'engrais, leur nature, leur division, leur préparation, leur emploi approprié font le sujet du plus important chapitre de cet ouvrage, et nous y renvoyons nos lecteurs.

Eau. — L'eau se rencontre sous trois états dans la nature : à l'état liquide, à l'état gazeux et à l'état solide. A l'état liquide, on le sait, elle constitue toutes les rivières, les fleuves, les mers ; c'est le plus grand dissolvant de la nature. A l'état gazeux, on la rencontre dans l'air atmosphérique ; à l'état solide, c'est la glace.

L'eau n'est jamais pure dans la nature ; elle tient toujours en dissolution les sels solubles des terrains qu'elle traverse ou sur lesquels elle séjourne, et, le plus souvent, quelques produits végétaux ou animalisés.

Le moyen le plus simple de l'obtenir à l'état de pureté, c'est de distiller de l'eau douce, c'est-à-dire de l'eau contenant peu de sel en dissolution.

L'eau est formée de 100 parties d'oxygène et de 12.435 parties d'hydrogène en poids, ou, en volume, de 1 volume de gaz oxygène et de 2 volumes de gaz hydrogène.

L'eau, jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, avait été regardée comme un élément. Vers 1776, on soupçonna que ce pouvait être un corps composé, et l'illustre Lavoisier, en 1785, en détermina les éléments.

Fibre végétale. — On appelle ainsi les filaments déliés en lesquels on peut résoudre, par la division, les organes des végétaux.

La fibre végétale est l'une des bases de la structure des plantes ; elle est composée, de même que leur matière cellulaire ou vasculaire, de :

Oxygène.	49,00 parties.
Carbone.	44,80
Hydrogène.	6,20
	100,00

100 parties des substances suivantes desséchées, contiennent, d'après le professeur Johnston, les proportions ci-dessous de fibre végétale :

Paille d'orge mûre.	50 parties.
Paille d'avoine.	47
Tiges de fèves.	51

et, à l'état frais, 100 parties des substances suivantes contiennent :

Le navet.	8 parties
La vesce.	10 1/2
Le trèfle.	8 1/2
Le sainfoin.	7

Fécule. — Substance blanche, pulvérulente, sans odeur, d'une apparence brillante, légèrement cristalline. Cette substance peut être retirée des graines de toutes les légumineuses, des marrons, des châtaignes, de certaines racines (la pomme de terre, les racines d'*arum*, de *bryone*).

La fécule n'est pas soluble dans l'eau froide, mais bien dans l'eau bouillante, avec laquelle elle forme des gelées.

La fécule est facilement attaquée par les acides ; certains d'entre eux (l'acide sulfurique principalement) la convertissent en sucre.

La fécule dissoute et abandonnée à la fermentation donne aussi du sucre.

Elle est formée d'oxygène, d'hydrogène et de carbone dans les proportions suivantes.

Oxygène.	40,68
Hydrogène.	6,77
Carbone.	43,55
	100,00

Germe, embryon. — C'est la partie la plus essentielle de la

graine ; c'est une sorte de plante en miniature. On peut y reconnaître la radicule, la plumule, tenant à la radicule, et supportant les cotylédons, et enfin les cotylédons, organes foliacés ou charnus, destinés à transmettre l'aliment nécessaire à la jeune plante.

L'embryon joue le principal rôle dans la germination.

Germination. — La germination est un acte par lequel les graines fécondées se développent et reproduisent de nouveaux êtres.

Les conditions indispensables à la germination sont les suivantes :

1° Une certaine température ; la plus favorable paraît être de 10 à 30° au-dessus de zéro. Au-dessous de zéro, la germination ne peut avoir lieu.

2° La présence de l'eau. Les graines desséchées et conservées à l'abri de l'humidité, ne germent jamais.

3° L'influence de l'oxygène, soit pur, soit comme partie constituante de l'air atmosphérique. Les graines humides renfermées à l'abri de l'air ou de l'oxygène pourrissent et ne germent pas. Trop enfoncées en terre, elles ne lèvent pas, et finissent souvent par se décomposer.

4° L'absence de la lumière. On prétend que la lumière n'est nuisible qu'en ce qu'elle échauffe trop la graine au moyen des rayons calorifiques qu'elle contient. Ainsi on a remarqué que la graine germait à la lumière, comme à l'ordinaire, lorsque l'on faisait tomber sur elle des rayons solaires, dont on avait soustrait les rayons calorifiques.

Ces conditions remplies, l'eau pénètre la graine, en ramollit les téguments, et les met ainsi dans le cas d'être rompus sans trop d'effort. Elle gonfle les cotylédons, facilite l'action de l'oxygène et la formation de la matière nutritive. Enfin elle charrie cette matière par des conduits particuliers et la présente à la jeune plante dans un état de liquidité qui en rend l'assimilation plus facile.

Gluten. — Substance d'un blanc grisâtre, molle, visqueuse, élastique, qui demeure adhérente aux doigts, lors-

qu'on malaxe une pâte faite avec de la farine de froment.

Le gluten existe en plus ou moins grande proportion dans toutes les graines céréales.

Il est composé de :

Hydrogène.	14,5
Carbone.	55,7
Oxygène.	22,0
Azote	7,8
	100,0

Guano. — Engrais très préconisé dans ces derniers temps. (Voir l'article Guano pour son origine, sa nature et son application.)

Gypse. — Le gypse est un sulfate de chaux blanc, ou très légèrement veiné de teintes jaunâtres. C'est ce que les minéralogistes nomment l'albâtre gypseux.

Il est employé en agriculture et rentre dans la classe des engrais.

Il est surtout appliqué à la culture du sainfoin, du trèfle et de la luzerne, plantes qui contiennent toutes du sulfate de chaux.

Huiles. — Sous ce mot, sont comprises deux substances ayant des propriétés fort distinctes, les *huiles fixes* (huile d'olive, de baleine, et les huiles volatiles (huiles essentielles, essence de citron, de bergamotte).

Dans le langage ordinaire, quand on parle des huiles, il est toujours question de celles de la première catégorie, des huiles fixes.

Elles sont onctueuses au toucher; le papier sur lequel il en tombe, en est pénétré et devient demi transparent, comme lorsqu'il est souillé d'une tache de graisse.

La plus grande partie des huiles sont tirées du règne végétal ; quelques-unes seulement sont obtenues des animaux.

100 parties d'huile ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Hydrogène.	Oxygène.	Carbone.
Huile d'olive. . . .	13,36	9,437	77,213=100
Huile de baleine. .	16,01	16,003	68,887=100

Humus. — Nom donné par quelques chimistes au terreau résultant de la putréfaction et de la division de matières organiques, lesquelles sont toujours contenues en plus ou moins grande quantité dans un sol cultivé.

M. Liébig a observé que la fibre de bois, en état de décomposition, se transformait en une substance qu'il a appelée *humus*.

L'*acide humique* des chimistes est un produit résultant de l'action des alcalis sur cet humus.

Magnésie. — Regardée longtemps comme une terre simple, mais maintenant reconnue formée d'oxygène et d'une base. Ainsi :

Oxygène	60 parties.
Magnésium.	40

On prépare généralement la magnésie (oxyde de magnésium) en calcinant dans un creuset le carbonate de magnésie commun.

La magnésie est blanche, inodore, insapide, sous forme d'une poudre fort légère et douce au toucher. Elle verdit les couleurs bleues végétales et est très soluble dans l'eau. Elle se combine avec tous les acides pour former des sels.

Malique (acide). Cet acide végétal existe seul dans la pomme, l'épine-vinette, la prune, le fruit du sorbier, etc. Il existe, ainsi que l'acide citrique, dans la groseille, la cerise, la fraise, la framboise, etc., etc. On l'a trouvé combiné avec la chaux dans la *joubarbe*, et avec la chaux et la potasse dans la *rue*, le *pourpier cultivé*, les *épinards*, le *lilas*, etc., etc.

Il se combine avec les bases et forme des sels. Voici son analyse d'après Vauquelin :

Carbone	28,3
Oxygène	54,9
Hydrogène	16,8
	100,0

Marne. — La marne est une terre argileuse dans laquelle la matière calcaire est en excès par rapport à la matière siliceuse (sable, cailloux) et à l'argile. On connaît plusieurs variétés de marne ou terrains marneux : la marne argileuse, la marne sableuse, la marne ardoisienne, marne écailleuse ou calcaire.

Muscle. — On donne ce nom à des organes mous, rougeâtres, composés de fibres plus ou moins parallèles entre elles, irritables, contractiles et destinés à mouvoir le corps en totalité ou en partie. C'est ce que l'on appelle vulgairement la chair des animaux.

D'après Berzelius, ils sont formés de :

Fibres, vaisseaux et nerfs	15, 8
Tissu cellulaire	1, 9
Hydrochlorate et lactate de soude	1,80
Albumine et matière colorante du sang	2,20
Phosphate de soude	0,90
Matière extractive	0,15
Albumine tenant en solution du phosphate de chaux	0,08
Eau et perte	77,47

A l'analyse élémentaire ils fournissent :

Carbone	54,12
Hydrogène	7,89
Azote	15,67
Oxygène	22,32
	100,00

Nitrate. — On donne ce nom aux sels résultant de la combinaison de l'acide nitrique avec les bases ou oxydes métalliques.

Nitrique (acide). Acide formé de la combinaison d'oxygène et d'azote dans les proportions de 1 partie d'azote et de 5 parties d'oxygène, ou en poids de 35,40 d'azote et de 100 d'oxygène, abstraction faite de l'eau qui s'y trouve contenue.

L'acide nitrique n'a jamais été trouvé libre dans la nature, mais bien combiné avec la potasse, la soude, la chaux et la magnésie. C'est de sa combinaison avec ces bases qu'on le retire pour l'emploi que l'on en fait dans les arts et les laboratoires.

Cet acide s'unit aux bases et aux oxydes métalliques, et forme ainsi une classe de sels fort considérable.

Organe. — Les organes sont de deux sortes : les organes élémentaires et les organes appendiculaires. Les premiers sont formés des tissus cellulaire et utriculaire, au milieu desquels on trouve le tissu fibreux, des trachées, des vaisseaux aériens et des vaisseaux conducteurs de la sève.

Les seconds organes sont ou aériens : les feuilles ; ou souterrains, les radicules.

Os. — Les os constituent la partie la plus dure et la plus sèche du corps humain. Ils sont très variables de forme, mais ils sont tous composés ainsi qu'il suit :

Cartilage, matière animale	33, 3
Phosphate de chaux	55.35
Fluate de chaux	3,00
Phosphate de magnésie	2,05
Carbonate de chaux	8,85
Soude et hydrochlorate de soude	2,45
	100,00

et des traces d'alumine, de silice, d'oxyde de fer et de manganèse.

Ils servaient principalement à l'extraction du phosphore; mais ils sont devenus d'un usage important comme engrais.

Oxalates.—Sels formés par la combinaison de l'acide oxalique avec les bases ou oxydes métalliques (oxalate de chaux, d'ammoniaque, de fer).

Oxalique (acide). — Acide végétal trouvé en combinaison avec la potasse dans l'*oxalis acetosella*, oseille cultivée, dans l'oseille sauvage, et dans beaucoup d'autres plantes.

Uni à la chaux, on l'a rencontré dans la racine de rhubarbe, dans le persil, le fenouil, les oignons, etc., etc.

Il est composé de :

Hydrogène.	0,244
Carbone.	33,222
Oxygène.	66,534

Il se combine avec les bases pour former des sels.

Oxydes. — Un oxyde est une combinaison d'un métal avec l'oxygène, combinaison préalable, sans laquelle ce métal ne peut s'unir à un acide pour former un sel. Les oxydes que l'on rencontre principalement dans les plantes et dans les sols cultivés sont : les oxydes de fer et de manganèse.

Le silex, blanc de sa nature, doit sa coloration à la présence de ces oxydes.

Pesanteur spécifique.—Si nous représentons par l'unité le poids d'un corps quelconque d'un volume déterminé, et que nous supposions tous les corps, quels qu'ils soient, ramenés au même volume, le poids de chacun de ces corps sera ou une fraction ou un multiple de cette unité. C'est là ce que l'on appelle la pesanteur spécifique.

L'air atmosphérique, privé de vapeurs d'eau, a été pris pour unité, afin de déterminer la pesanteur spécifique des gaz et des vapeurs. L'eau, à 4 degrés de température, a été choisie comme unité, quand il s'est agi de déterminer la pesanteur spécifique de tous les corps solides.

Phosphates.—Sels formés de la combinaison de l'acide phosphorique avec les bases ou les oxydes métalliques. Le plus important en agriculture est le phosphate de chaux. Il se rencontre dans une grande quantité de plantes et dans presque toutes les graines. Le phosphate d'ammoniaque se forme dans les engrais animaux et existe dans l'urine humaine.

Phosphorique (acide). Il n'existe pas à l'état libre dans la nature, mais uni à certaines bases, la chaux principalement.

Il résulte de la combinaison du phosphore avec l'oxygène dans les proportions suivantes :

1	proportion de phosphore	=196,15
2 1/2	proportion d'oxygène	=250

L'acide phosphorique pur n'est employé que dans les laboratoires de chimie.

On le prépare au moyen du phosphate de chaux.

Pneumatique (machine).—Instrument dont on se sert pour faire le vide dans un vase, c'est-à-dire en retirer l'air. Quelque parfait que soit le système de pompe aspirante employée à faire le vide, on n'y parvient jamais complétement.

Quartz. *Voyez* Silice.

Roches.—Les géologistes divisent les roches en deux grandes classes : 1° les roches primitives, 2° les roches secondaires.

Les roches primitives sont formées d'une matière cristalline pure, et ne contiennent jamais aucun fragment d'une autre roche.

Les roches ou couches secondaires résultent de l'union d'une matière cristalline avec une autre roche. Elles renferment toujours des débris de végétaux, d'animaux marins et quelquefois d'animaux terrestres, ce qui indique que leur formation est postérieure à la création des êtres organisés.

Le nombre des roches primitives observé dans la nature est *de huit* : 1° le *granit*, composé de *quartz*, de *feldsphath* et de *mica ;* quand cette roche est disposée en lames ou feuillets superposés, elle prend le nom de *granit feuilleté*; 2° le *mica-schiste*, composé de quartz et de mica ; 3° la *sienite*, composée d'hornblende et de feldspath ; cette roche est granulaire, de couleur grise ou verdâtre ; 4° la *serpentine*, formée de feldsphath et d'hornblende brillant ; 5° le *porphyre*, où il n'entre que du feldsphath cristallisé ; 6° le *marbre granulé*, carbonate de chaux à l'état de pureté ; 7° la *chlorite schisteuse*, de couleur verte ou grise, ayant un peu l'apparence du mica et du feldspath, formée de feldspath et de talc ; 8° plusieurs autres roches ayant le quartz pour base.

Les roches secondaires sont plus nombreuses que les roches primitives. Voici les principales variétés que l'on rencontre dans notre pays.

1° Le *grès*. Il se compose de grains de quartz et de chlorite schisteuse, renfermant quelquefois des parcelles de mica, réunis mécaniquement par un ciment de matière siliceuse.

2° La *roche siliceuse*, formée de grains de quartz ou de petits cailloux réunis par une matière siliceuse.

3° Les *calcaires* ou carbonate de chaux. Roche plus compacte que le marbre granulé et contenant dans son intérieur un grand nombre de coquilles fossiles.

4° *Schiste argileux*. Il se compose de granit argileux, de schistes, de quartz et de calcaire grenus, réunis par une matière siliceuse et légèrement ferrugineuse. On trouve souvent à l'intérieur de cette pierre une impression de différents végétaux.

5° *Sable calcaire*. Sable et carbonate de chaux, ayant pour ciment une matière calcaire.

6° *Schiste ferrugineux*. Formé à peu près des mêmes matériaux que le chiste argileux, mais contenant une bien plus grande quantité d'oxyde de fer.

7° et 8° Le *basalte* et le *gypse*. Voir ces différents mots.

9° *Roche bitumineuse*, comprenant toutes les houilles ou charbons de terre.

10° La *craie* ou *terrain crétacé*. On y trouve des couches horizontales de grés siliceux, et de plus des débris fossiles d'animaux marins.

Rotation. — On nomme rotation des récoltes, l'action de confier à un sol une graine qui ne soit ni du même genre ni de la même espèce que celle de l'année précédente. Cette rotation des récoltes repose sur deux faits expliqués par la chimie et confirmés par l'expérience des meilleurs agrieulteurs. Nous sommes entrés à ce sujet dans quelques détails (chapitre *Des sols*), nous y renvoyons le lecteur.

Sels. — Classe de corps formés par la combinaison d'un acide avec une base alcaline, terreuse, ou avec un oxyde métallique. On a calculé qu'il existe en chimie à peu près deux mille sels ; mais, eu égard à ce nombre, peu d'entre eux sont employés en agriculture.

Silice.—Nom donné en chimie au caillou, au quartz, au cristal de roche et à beaucoup d'autres substances minérales bien connues et de même nature. M. Berzelius a, le premier, découvert qu'elle était formée d'une substance minérale particulière, le silicium, combinée avec l'oxygène dans les proportions suivantes :

Silicium.	100 parties.
Oxygène.	107,98

La silice entre dans la composition des végétaux, et on la rencontre en quantité plus ou moins grande dans tous les sols cultivés.

Spongioles.—Les racines, quelles que soient leurs formes, sont toutes pourvues de petits jets radicaux, chevelus, plus ou moins allongés et qui prennent le nom de *radicelles*. A l'extrémité de ces radicelles, on remarque un petit renflement composé de tissu cellulaire; c'est la *spongiole*. Chaque

radicelle est pourvue d'une spongiole ; cet organe sert à pomper dans la terre les sucs alimentaires de la plante.

Sulfure d'hydrogène, hydrogène sulfuré. — Gaz résultant de la combinaison de l'hydrogène et du soufre. Il est formé, en poids, de partie égale de l'un et de l'autre.

Ce gaz se rencontre dans certaines eaux minérales, dites eaux sulfureuses, et dans les œufs gâtés.

Sucre.—On connaît principalement deux espèces de sucre, car nous n'avons pas l'intention de parler du sucre des champignons et du sucre contenu dans l'urine de certains diabètes.

Le premier de ces sucres est le sucre dit sucre de canne. Il s'extrait du suc de la canne (*arundo saccharifera*). On le retire également de la betterave, et on pourrait en obtenir de l'érable, du navet, de l'oignon, et en général de la tige de toutes les plantes du genre *arundo*.

Il est composé, d'après MM. Gay-Lussac et Thénard, en poids, de :

Carbone.	42,47
Oxygène.	50,63
Hydrogène	6,90
	100,00

Le second est le sucre de raisin, parce que c'est dans le raisin qu'on le trouve en plus grande abondance. Cette espèce de sucre existe dans tous les fruits sucrés, et diffère essentiellement du premier par son apparence granuleuse, sans forme cristalline. Il sucre moins que le premier.

Il est composé, en poids, d'après M. de Saussure, de :

Carbone.	36,71
Oxygène	56,51
Hydrogène	6,78
	100,00

Sulfates. — Classe de sels formés par la combinaison de

l'acide sulfurique avec une base alcaline ou terreuse, ou avec un oxyde métallique.

Le tableau suivant indique la composition de ceux qui existent dans les plantes, ou qui sont employés en agriculture.

	Acide.	Base.	Eau.
Sulfate d'ammoniaque.	54,66	14,24	31,10
Sulfate de potasse	42,76	57,24	
Sulfate de chaux (gypse). . . .	43,00	33,00	24,00
Sulfate de soude	24,76	19,20	56,00
Sulfate de fer.	26,00	28,00	46,00

Sulfurique (acide). — Cet acide résulte de la combinaison du soufre avec l'oxygène, mais en certaines proportions. Ainsi, il faut trois proportions d'oxygène pour une proportion de soufre.

Tannin.—Le tannin est une substance astringente trouvée dans l'écorce de chêne, la noix de galle et dans différentes autres substances. Le tannin se dissout dans l'eau et forme promptement, avec la gélatine, un composé insoluble qui se précipite. C'est sur cette propriété que repose l'art du tannage. Aussitôt que des peaux sont plongées dans une dissolution de tannin, la gélatine en est condensée, et elles deviennent imperméables à l'eau.

Le tannin est composé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Terre peut s'entendre de deux manières. La première peut se rapporter à l'union des différentes substances qui constituent le sol. La seconde peut vouloir indiquer la combinaison de l'oxygène avec un métal alcalin. Ainsi, la chaux, la magnésie, l'alumine, sont des oxydes de calcium, de magnésium et d'aluminium.

Thermomètre de Farenheit.—L'échelle de ce thermomètre

est divisée en 212 degrés. Le 32e degré répond à la glace fondante et le 212e à l'eau bouillante.

Les divisions étant plus petites, les appréciations de science peuvent prendre un caractère plus rigoureux de comparaison. Du reste, il est très facile de ramener ces appréciations au chiffre des échelles de Réaumur ou centigrades. Ainsi, 9 degrés de Farenheit égalent 4 degrés de Réaumur et 5 de l'échelle centigrade.

L'échelle de Farenheit est employée de préférence à toute autre par les savants étrangers.

Tissu cellulaire.—Le tissu cellulaire, dans les végétaux, est composé d'un assemblage de cellules contiguës les unes aux autres, à parois minces, transparentes et percées de pores ou même de fentes par lesquelles les cellules communiquent entre elles. Leur forme varie suivant que le développement de la plante se fait librement ou subit quelques entraves. Ce tissu est la base principale de tous les organes des végétaux.

TABLE

DES MATIÈRES.

Page.

INTRODUCTION. i

CHAPITRE PREMIER.—De la structure et des fonctions des différentes parties des plantes. 1

Des racines des plantes. 3

Formes des racines. Id.
Des diverses parties qui constituent les racines. Id.
Le corps de la racine. Id.
Le collet de la racine.—Son importance. 4
Fibres des racines. Id.
Spongioles des racines. Id.
Racines annuelles. Id.
Racines bisannuelles. Id.
Racines perpétuelles. Id.
Principe de Tull. 5
Excrétion des racines. Id.
Multiplication des racines, des fibres et des spongioles. Id.
Action de la lumière sur les racines. Id.

Page.

De la tige des plantes. 6

Variétés des tiges. Id.
Fonctions des tiges. Id.
Constitution chimique des tiges. Id.
Multiplication des tiges par bouture. 7

Des feuilles. Id.

Importance des feuilles, sous le rapport de leur nombre et de l'étendue de leur surface. Id.
Fonctions respiratoires des feuilles. Id.
Nutrition des plantes au moyen des feuilles. Id.
Action de la lumière sur les fonctions des feuilles. 8

Des graines. Id.

Constitution chimique des graines. 9
Germination des graines. Id.

CHAP. II. — De la chaleur, de la lumière, de la gravitation, et de l'électricité. 11

Action de la chaleur sur les végétaux. Id.
— sur les sols. Id.
— sur la fluidité des aliments des plantes. 12
— sur la fermentation et la décomposition des corps. 13
— sur le mouvement de la sève. Id.
— sur les habitudes des plantes. Id.
Extrêmes de froid et de chaleur nuisibles aux plantes. 14
De l'influence du climat sur la précocité des graines. 15
Études des effets de la chaleur par rapport au dessèchement. Id.

Page.

Par rapport à la température. 16
Variations de l'action de la chaleur selon les diverses plantes. Id.
Selon les climats. Id.
Selon l'élévation au-dessus du niveau de la mer. Id.
Modifications que subit la végétation en raison de la température d'une contrée. 17
Modifications que subit la végétation en raison de l'élévation au-dessus du niveau de la mer. 17
Influence de la végétation sur la température d'un pays. 22

De la lumière. 23
Influence de la lumière sur les parties vertes des plantes. 24
— sur la germination. Id.
— sur les fonctions d'absorption et d'exhalation des plantes. 25
— sur les modifications chimiques qui se passent dans les plantes. 26
Comment est maintenu l'équilibre des parties constituantes de l'air atmosphérique. 27

De la gravitation. 28
De l'humidité. 29
De l'air. Id.

De l'électricité. 30

CHAP. III. — Des sols. 31

Définition. Id.

Page.
Formation des sols. Id.
Matières terreuses trouvées dans les végétaux. 36
— dans les graines céréales. Id.
Silice. 37
Chaux. 38
Alumine. Id.
Magnésie. Id.
Sol granitique. 39
— calcaire. Id.
— artificiel. 40
Quantité d'humidité retenue par le sol. Id.
Différence qui existe entre le poids de la terre sèche et celui de la terre humide. 42
Contraction des sols. Id.
Propriété d'absorption des sols. 43
Mesure d'absorption de différents sols. 44
Libre accès de l'air dans le sol. 45
Épuisement du sol. 48
Excrément des plantes. 49
Rotation des récoltes. Id.
Examen superficiel du sol. 51
Sol argileux. 52
— calcaire. Id.
— sableux. Id.
— tourbeux. 53
Sous-sol. Id.

CHAP. IV. — Des gaz. 54

Avantage de l'air atmosphérique sur les végétaux. 55

De l'acide carbonique et du carbone. 56

Composition de l'acide carbonique. Id.
— du sucre et de la fécule. 57
— de la fibre ligneuse. Id.

Page.
Le carbone existe dans différents états. 58

De l'humus végétal. Id.

Où les végétaux puisent-ils le carbone qu'ils s'assimilent ? 61
Absorption du gaz acide carbonique par les feuilles. 63
— par les racines. 64
L'acide carbonique constitue-t-il l'aliment essentiel des plantes ? 66
Absorption de l'oxygène par les plantes. 69
Son influence sur la formation des racines, des acides. Id.
Quantité de l'oxygène absorbé. 70
Les plantes fournissent à l'air plus d'oxygène qu'elles n'en consomment. Id.
Les plantes purifient l'air atmosphérique. 71
Les plantes peuvent-elles vivre dans l'acide carbonique. 72
Quelles sont les proportions d'acide carbonique les plus favorables aux plantes. 73
Toutes les plantes n'absorbent pas la même quantité d'acide carbonique Id.

De l'oxygène. 75

Propriété de l'oxygène. Id.
Absorption de l'oxygène par les plantes. Id.
L'oxygène absorbé devient partie constitutive des plantes. 76
La quantite d'oxygène absorbé varie. Id.
Oxygène absorbé pendant la germination. 77
— éliminé par les plantes. 78
nfluence de la lumière sur l'élimination de l'oxygène. 79

Page.

De l'azote. 80

Propriétés de l'azote. Id.
Proportion d'azote contenue dans les plantes. 81
L'azote est absorbé par les racines des plantes. 82
Son importance par rapport à la qualité des graines. 83
L'azote concourt à la formation de l'ammoniaque. 85
Avantage pour les animaux d'une nourriture azotée.

De l'hydrogène. 90

Il existe dans les végétaux. Id.
Sources d'où les plantes tirent l'hydrogène qu'elles contiennent. 91
Influence de l'hydrogène sur la coloration des plantes. 92

CHAP. V. — De la vapeur d'eau. 97

Elle existe abondamment dans l'atmosphère. Id.
Son influence sur les récoltes. 98

CHAP. VI. — De l'eau. 101

Elle agit de trois manières sur les végétaux. Id.
L'eau pure, seule, peut-elle entretenir la végétation? 102
La quantité d'eau contenue dans chaque sol, varie. 105
Eau en excès. Id.
Les eaux sont d'autant meilleures pour l'irrigation qu'elles contiennent plus de sels et de détritus. 107
Eau crue. 109
Expériences de M. Madders. 110
Son absorption, — son élimination, — sa décomposition par les végétaux. 111

Page.

CHAP. VII. — DES SELS. 113

Importance des sels. 114
Carbonate de potasse. 115
— de soude. 116
Phosphate de chaux. 117
— de magnésie. Id.
Sulfate de chaux. 119
Carbonate de chaux. 120
Nitrate de potasse (salpêtre). 121
— de soude. Id.
Muriate de soude (sel commun). Id.
Sels ammoniacaux. 123
— végétaux. Id.
Silex. 124
Silicate de potasse. 125

CHAP. VIII. — DES ENGRAIS EN GÉNÉRAL. 127

Division des engrais. Id.
Propriétés d'absorption des engrais. 128
Mélange des engrais. 129
Action des engrais sur les plantes, à diverses époques de leur vie. 133
Influence des engrais sur la germination. 134
— sur les plantes adultes. 137

CHAP. IX. — DES ENGRAIS DANS LEURS RAPPORTS AVEC DIFFÉRENTS SOLS. 140

Avec les sols sablonneux. 143
— argileux. 146
— calcaires. 147

Page.

CHAP. X.— Dans quel état doit-on appliquer les engrais? 151

Application des engrais frais. Id.
Perte occasionnée par la fermentation du fumier. 154
Fumier consommé. 158
Objections faites à l'emploi des fumiers frais. Id.
Précautions à prendre dans l'application de quelques fumiers. 161

CHAP. XI. — Excréments de l'homme. 163

Excréments solides de l'homme. Id.
Engrais flamand. 168
Noir animalisé. 171
Poudrette. 172

CHAP. XII. — De l'urine. 175

Engrais liquide. 180

CHAP. XIII. — Du fumier de ferme. 184

Qualités du fumier, relatives à la qualité de la litière. 188
— — — à l'âge des animaux. 190
— — — au degré d'exercice. Id.
— — — à la quantité des aliments. 191
— — — à la qualité des aliments. Id.
Fumier normal. 192
— long, pailleux. Id.
— gras, beurre noir. Id.
— chaud. 194

Page.

Fumier froid. 194
Équivalents entre les engrais. Id.

CHAP. XIV. — Du fumier des oiseaux. 197

Poulaine. 198
Colombine. Id.
Guano. 199
Variétés de guano. 201

CHAP. XV.—De quelques matières animales employées comme engrais. 210

Des os. Id.
Test des écrevisses. Id.
Écailles d'huîtres. 211
Chiffons de laine. 213
Poissons.—Huile de poisson. 214

CHAP. XVI. — Des engrais végétaux. 218

Engrais verts. Id.
Tourteaux de colza. 220
Bran de scie. 221
Charbon. 222

CHAP. XVII. — Des engrais salins. 224

Sel commun. Id.
Il provoque la décomposition. 226
Il détruit les insectes. 227
Il agit comme aliment. Id.
— stimulant. Id.
Il préserve les plantes de l'action du froid. 228
Il absorbe l'humidité. Id.
Expériences de M. Sinclair. 231

Page.

Expériences de M. Bonson. 232
— de M. Sinclair. Id.
— de M. Cartwright. 234
— de M. Kuhlmann. 235
— de M. Lecoq. 240
Mélange de sel et de suie. 249
Du salpêtre ou nitrate de potasse. 250
Du chlorure de chaux. 255
Des plantes marines. 256
Du plâtre. 259

CHAP. XVIII. — Des cendres. — Des eaux ammoniacales. 264

Des cendres de bois. Id.
— de houille. 266
— de tourbe. 267
Liqueur ammoniacale des usines. 268
De la suie. 270

CHAP. XIX. — Des engrais terreux. 272

Craie. — Pierre à chaux. Id.
Marnes. 274
Variétés de marne. 275
Composition de sols de diverses qualités. 277
Chaux. 278
Sables. 281

APPENDICE. 283

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATUM.

Page 109.—Au lieu de : *Elle était à* 43° F., *tandis que celle de l'air n'était qu'à* 7° F. ; lisez : Elle était à moins de 40° F., celle de l'air étant à 43°, à sept heures du soir.